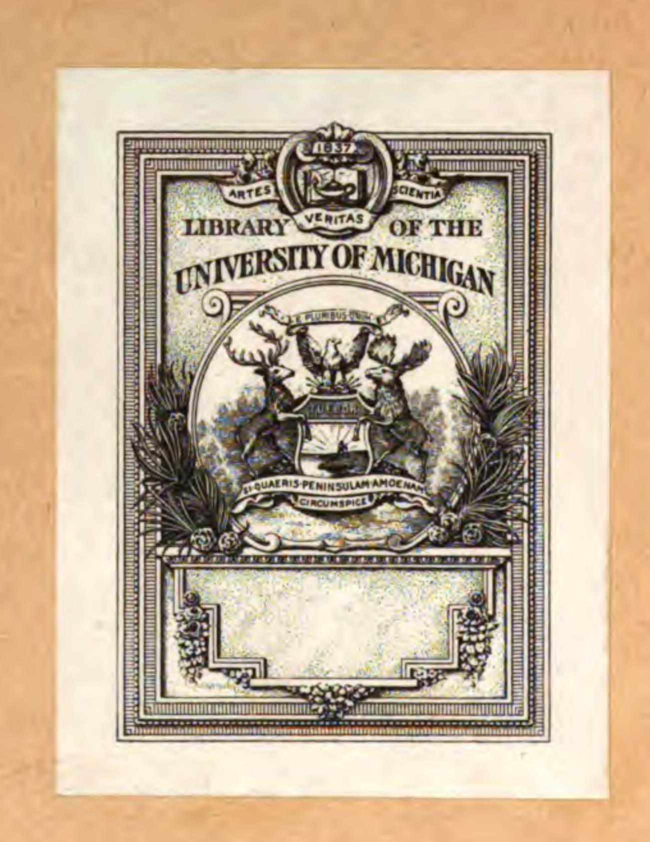

B 3 9015 00206 148 2
University of Michigan - BUHR


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE

VON

C. ECKHARD

IN GIESSEN.

ELFTER BAND.



GIESSEN.
VERLAG VON EMIL ROTH.
1885.

Inhalt des elften Bandes.

I.

Versuche, das Centrum der reflectorischen Thränensecretion zu bestimmen[1].

Von

Dr. H. Seck.

Kantonalarzt in Sierenz i. E.

---

[1]) Diese Abhandlung ist ein Abdruck der von der med. Fac. zu München genehmigten Inauguraldiss. des Verf.

Wenn man die Geschichte der experimentellen Neurologie der Thränendrüse durchgeht, so findet man, dafs der durch die Ueberschrift angedeutete Punkt bisher noch nicht in Angriff genommen worden ist. Als ich mich an Herrn Professor Dr. C. Eckhard, meinen hochverehrten Lehrer, mit der Bitte um ein für eine Inauguraldissertation geeignetes Thema wandte, machte mich derselbe auf die erwähnte Lücke aufmerksam. Die zur Ausfüllung derselben nothwendigen Versuche habe ich unter Anleitung meines Lehrers in dem physiologischen Laboratorium der Universität Giefsen angestellt.

Eine kurze Uebersicht des bisher über die Einflüsse der Nerven auf die Thränensecretion Geleisteten mag als Einleitung dienen.

Die reflectorische Thränensecretion auf Reizung der Bindehaut des Auges und der Schleimhaut der Nasenhöhle ist eine alte, bekannte Erfahrung. Die *absichtlichen* Prüfungen der Experimentalphysiologie über den Nerveneinflufs auf die Thränensecretion fangen mit einer Arbeit von Herzenstein[1]) an. Derselbe wies nach, dafs, wie gemäfs der Anatomie des Trigeminus zu erwarten war, die electrische und mechanische Reizung des Nervus Lacrymalis an lebenden Hunden, Kaninchen und Schafen eine deutliche Thränensecretion hervorruft. Er fand bei seinen Unter-

---

[1]) Herzenstein: Physiologie der Thränensecretion. Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1867, S. 651. Beiträge zur Physiologie der Thränendrüse. Centralbltt. f. d. med. Wiss. 1867, Nr. 33. Beiträge zur Physiol. u. Therap. der Thränenorgane. Berlin 1868.

suchungen weiter den Umstand, dafs bei Hunden die Morphium-Narcose (2—4 cc einer Lösung von 10 g in 100 g aqu.) zwar den Erfolg der Reizung nicht aufhob, aber doch abschwächte. Das Curara scheint keinen lähmenden Einflufs auf den Nervus Lacrymalis zu haben. Auch erkannte er den Nervus Subcutaneus malae als einen weiteren Absonderungsnerven für die fragliche Drüse. Die Reizung des N. Sympathicus gab bald positive, bald negative Resultate. Nach der Durchschneidung des Trigeminus findet nach Herzenstein keine reflectorische Thränenabsonderung mehr statt, da in diesem Falle die Tetanisirung der Hautzweige des Trigeminus jene nicht mehr hervorruft. Nach der Durchschneidung des Sympathicus und des Lacrymalis soll die *gewöhnliche* Thränensecretion fortbestehen. Wahrscheinlich durch Bernard's Lehre von der paralytischen Speichelsecretion beeinflufst, fafst Herzenstein jene Secretion als eine paralytische auf. Reflectorische Thränensecretion rief er durch Reizung verschiedener Zweige des Trigeminus und des Opticus hervor. Die von der Bindehaut des Auges aus erzeugte soll nur einseitig, die vom Opticus aus doppelseitig ausfallen. Die Angelegenheit wurde dann von Wolferz[1]) weiter geführt. Die anatomischen Angaben übergehend führe ich Folgendes von demselben an. Er bestätigte die auf die directe und reflectorische Erregung der Thränennerven Bezug habenden Versuche von Herzenstein an verschiedenen Thieren. Nach Versuchen am Hunde nimmt er bei diesem Thier auch einen Einflufs des Sympathicus auf die Thränensecretion an. Eine *besondere* Untersuchung des Einflusses von Giften auf die Thränensecretion hat er nicht angestellt. Bemerkenswerth ist, dafs er angibt, beim Schafe durch directe Reizung der *Trigeminuswurzeln* die Thränensecretion erhalten zu haben. Dies würde die Angabe

[1]) R. Wolferz: Experimentelle Untersuchungen über die Innervationswege der Thränendrüse. Dorpat 1871.

von Herzenstein über die der Thränensecretion dienenden Nerven dahin vervollständigen, daſs dieselben von Hause aus im Trigeminus gelegen seien.

Demtschenko[1]) behauptete nach Analogie der Nerven der Submaxillardrüse, daſs bei Hunden, Katzen und Kaninchen der Sympathicus Einfluſs auf die Thränensecretion habe, und daſs wenigstens bei dem zuletzt genannten Thier die Sympathicusthränen trüber als die Trigeminusthränen seien. Reflectorische Thränensecretion rief er auſser durch Reizung der sensiblen Nerven, die bereits seine Vorgänger angegeben hatten, noch hervor durch Erregung des Nervus lingualis trigemini, des Glossopharyngeus und, wenn auch in geringerem Grade, des Auricularis magnus. Auch findet sich bei ihm ein Versuch, welcher den zuletzt angeführten des vorigen Autors bestätigt.

M. Reich[2]) gab ein sehr brauchbares Mittel an, die reflectorische Thränensecretion hervorzurufen. Es besteht in der Anwendung von Oleum sinapis aethereum. Mittelst desselben erzeugte er von der Schleimhaut der Nase und der Conjunctiva des Auges aus die Thränensecretion. Er bestritt den durch wenige Versuche von Wolferz und Demtschenko vertretenen Satz, daſs die die Thränensecretion erregenden, centrifugalen, in der Bahn des Trigeminus gelegenen Nervenfasern nicht aus anderen fremden Nervenquellen entliehen sind. Er gelangte zu diesem Widerspruch theils durch die negativen Erfahrungen, welche ihm die directe Reizung der Trigeminuswurzeln bei erhaltenem Kreislauf der Thränendrüse gab, theils durch das Eintreten der reflectorischen Thränen-

[1]) Demtschenko: Zur Innervation der Thränendrüse. Pflüger's Archiv VI, S. 191. 1872.

[2]) Michail Reich: Zur Physiologie der Thränensecretion. Graefe's Archiv f. Ophthalmologie, Bd. XIX, 3, S. 38. 1873.

secretion nach vorhergegangener Durchschneidung des Trigeminus, welche von der Conjunctiva des Auges der gesunden Seite auf der operirten einzuleiten versucht wurde. Er hatte sich nämlich entgegen der oben erwähnten Angabe von Herzenstein überzeugt, dafs Reizung der Bindehaut eines Auges die Thränensecretion in *beiden* Augen hervorruft. Endlich bewies er noch, dafs die centrifugalen Thränennerven nicht im Halstheil des Sympathicus bis einschliefslich des Ganglion supremum gelegen sein können, denn nach der Exstirpation des letzteren und gleichzeitiger Durchschneidung des Trigeminus derselben Seite konnte von der gesunden Seite her auf der kranken die reflectorische Thränensecretion eingeleitet werden. Die wahre Herkunft der die Thränensecretion einleitenden centrifugalen Fasern hat er nicht aufgedeckt, obschon er noch mancherlei Versuche angestellt hat, welche auf die Erforschung derselben abzielten. Unter diesen ist der noch besonders bemerkenswerth, dafs er den vom Centrum getrennten N. trochlearis reizte, jedoch ohne constanten Erfolg für die Thränensecretion. Diese Prüfung hatte augenscheinlich den Sinn, der von Curie[1]) gemachten Angabe gerecht zu werden, dafs nach Swan[2]) und ihm selbst der N. trochlearis einen Zweig zum r. ophthalmicus n. trigemini in der Richtung zur Thränendrüse abgeben soll. Bei Reich findet sich noch die Bemerkung, dafs man Grund zu der Annahme habe, dafs das Centrum für die reflectorische Thränensecretion in dem verlängerten Mark zu suchen sei. Doch setzt er die Gründe für diese Annahme nicht weiter auseinander.

Man könnte glauben, dafs die von Reich gelassene Lücke ausgefüllt

---

[1]) Eugène Curie: Sur un filet moteur affecté à la glande lacrymale. Brown-Séquard, Joural de la physiologie etc. T. I, 1858, p. 805.

[2]) In Canstatt's Jahresbericht über die Leistungen der physiolog. Wissenschaften v. J. 1858 heifst es Seite 22 fälschlich Schwann für Swan.

wäre durch eine Arbeit von Vulpian und Journiac[1]). Dieselben faradisirten die „caisse du tympan“ und beobachteten dabei eine gewisse Quantität Thränenflüssigkeit, die gefolgt war von einer anderen milchweißsen Flüssigkeit der Harder'schen Drüse. Ueber die erstere, die allein hier für uns Interesse hat, machen sie weiter keine Einzelangaben, namentlich auch nicht darüber, ob die bei dieser Methode gereizten Nerven vorher vom Gehirn abgetrennt waren. Da Demtschenko angibt, dafs er vom Nervus glossopharyngeus aus reflectorisch die Thränensecretion angeregt habe, so wäre die angedeutete Angabe nothwendig, um nämlich zu wissen, ob die erwähnte Thränensecretion auf diese Art oder durch die directe Erregung von centrifugalen Nerven zu Stande gekommen ist.

Die ganze Angelegenheit aber über die wahre Herkunft der centrifugalen Thränennerven erinnert sehr an den Gang, welchen ihrer Zeit die Untersuchungen über den wahren Ursprung der Secretionsfasern bezw. der Secretionsnerven für die Glandula Parotis genommen haben[2]). Man ersieht aus dieser Darstellung, dafs die Frage nach dem Reflexcentrum der Thränensecretion in der That bisher noch nicht behandelt worden und somit die Wahl meines Themas gerechtfertigt ist.

Zur Lösung meiner Aufgabe.

Um die Lage des Centrums für irgend eine reflectorische Thätigkeit zu bestimmen, gibt es zur Zeit keinen anderen Weg, als durch Ent-

---

[1]) Vulpian et Journiac: Sur les phénomènes d'excitation sécrétoire, qui se manifestent chez le lapin, sous l'influence de la faradisation de la caisse du tympan. Compt. rend. de l'acad. des sciences. Paris 1879, T. LXXXIX, p. 393.

[2]) Eckhard: Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bd. III, S. 49, 1863. Bd. V, S. 1, 1869. R. Heidenhain: Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. XVII, S. 15, 1878.

fernung gewisser Theile des Gehirnes und des Rückenmarkes dasjenige Stück beider Nerventheile zu bestimmen, dessen Integrität nothwendig zum Bestehen der fraglichen Reflexerscheinung ist. Ist dies durch den Versuch gefunden, so ist damit noch nicht der Ort genau bezeichnet, wo die Umsetzung der in den centripetalen Nerven stattfindenden Erregungen in die der centrifugalen geschieht. Man weiſs dann nur, daſs irgendwo auf der gefundenen Strecke der Ort der Uebertragung liegt. Um diese Lage genauer festzusetzen, muſs man versuchen, durch irgend welche andere Versuche oder Betrachtungen zu bestimmen, bis wohin auf der gefundenen Strecke die eigentlichen centrifugalen und centripetalen Bahnen reichen, woraus sich dann die Lage des eigentlichen Reflexcentrums ergibt. Meine Versuche sind nur soweit gediehen, daſs sie dem ersten Theile dieser Forderung entsprechen. Ich kann also nur angeben, welche Theile des Gehirnes und des Rückenmarkes man wegnehmen kann, ohne die reflectorische Thränenabsonderung aufzuheben. Ein Theil meiner Versuche bezieht sich demnach auf Wegnahme von Rückenmarks-, ein anderer auf die von Gehirntheilen.

Wegnahme von Rückenmarkstheilen.

Ich habe dabei so verfahren, daſs ich vom unteren Ende des Calamus scriptorius ausgehend das Rückenmark immer weiter abwärts durchschnitt, bis ich bei Prüfung der reflectorischen Thränenabsonderung auf eine Stelle stieſs, bei welcher jene erhalten blieb. Als Versuchsthier habe ich das Kaninchen gewählt. Ich muſs allerdings den Angaben mancher der im geschichtlichen Theil erwähnten Autoren beistimmen, daſs diese Wahl keine besonders vorzügliche ist, aber bei der Befolgung einiger von mir zu gebender Vorsichtsmaſsregeln ist sie doch ausreichend. Es ist wahr, daſs die reflectorische Thränensecretion beim Kaninchen keine sehr abundante ist und auch nicht mehrmals unmittelbar hinter einander in gleicher

Weise hervorgerufen werden kann, da die späteren Reizungen schwächer, bis zur vollkommenen Erfolglosigkeit ausfallen. Ebenso richtig ist es aber auch, dafs bei passender Wahl der Reizmittel ein jedes gesunde Kaninchen bei einer ersten Reizung der Bindehaut unzweifelhaft eine solche reflectorische Thränenmenge gibt, um sagen zu können, ob dieser Zustand fehlt, oder ob er noch fortbesteht, wenn man zuvor einen Theil des Rückenmarkes oder Gehirnes abgetragen und vorher am Versuchsthier keine den Erfolg abschwächende Reizung vorgenommen hat. Genauer angegeben habe ich folgendermafsen verfahren. Ich wähle ein Thier aus, von dem ich weifs, dafs dasselbe noch nicht absichtlich zu Versuchen über reflectorische Thränensecretion gedient hat. Obschon die Rückenmarksdurchschneidungen durch eine vorausgegangene Morphium-injection wesentlich erleichtert werden, so habe ich doch von der Anwendung dieses Mittels abgestanden. Wie oben erwähnt, macht Herzenstein die Angabe, dafs das Morphium für den Eintritt der reflectorischen Thränensecretion ungünstig sei. Um mich nicht eines so guten Mittels, wie die Morphiumnarcose bei Vivisectionen anerkanntermafsen eines ist, auf die Aussagen Anderer hin zu begeben, stellte ich eine Anzahl von Versuchen in dieser Richtung an. Denselben zufolge mufs ich in die Aussagen des genannten Forschers einstimmen. Von der Anwendung des Curara habe ich abgestanden, weil der Einflufs dieses Giftes auf die Thränensecretion offenbar noch nicht hinlänglich aufgehellt ist. Einige Forscher [1]) geben an, dafs das Curara eine starke Thränensecretion hervorrufe, während Reich [2]) bei mehreren Kaninchen eine solche nicht beobachten konnte. Es mögen diese verschiedenen Erfolge wohl von der Gröfse der benutzten Dosis abhängen. Ich hätte also erst selbst diesen

[1]) Herzenstein, cf. l. c. S. 666.
[2]) l. c. S. 46.

Punkt genauer studiren müssen. Dennoch hätte mich das Ergebniſs eines solchen Studiums nicht der Aufgabe überheben gekonnt, am nicht vergifteten, in jeder Beziehung gesunden Thier zunächst meine Untersuchungen anzustellen. Weil es dieser letzteren Aufgabe in erster Linie galt, habe ich endlich auch von der Anwendung des Opiums und des Chloralhydrates abgesehen, deren sich Wolferz mit Vortheil bei den directen Reizungen der centrifugalen Thränennerven bedient hat. So sind also alle Trennungen am Rückenmark sowohl, als auch am Gehirn an dem nicht narcotisirten Thiere vorgenommen worden; es blieb kein anderer Weg übrig. Die Trennung des Rückenmarkes nahm ich in folgender Weise vor. Ich begann vorerst damit, die Stelle der Wirbelsäule bloſszulegen, wo ich die Trennung vorzunehmen beabsichtigte. Dann legte ich das Rückenmark bloſs : im Raum zwischen Atlas und Os occipitis durch Abtragung eines Stückes der Membrana obturatoria und der Dura mater, weiter abwärts in der Weise, daſs ich den Bogen eines Wirbelkörpers mit einer kleinen Zange vorsichtig abtrug. Hierauf füllte ich die Wunde mit zarten Schwämmchen aus und vernähte über diesen die Haut. Nun erfolgte die Anlegung einer Trachealfistel und die Vorbereitung zur künstlichen Athmung, welche in allen Fällen hoher Markdurchschneidung nothwendig ist. Als Respirationsapparat habe ich mich mehrfach des von Sueſs in Klausenburg angegebenen bedient. Bei den Rückenmarksdurchschneidungen oberhalb des Atlas traf ich die Vorbereitung zur künstlichen Athmung noch ehe ich die Membrana obturatoria durchschnitt. Sodann kam die Durchschneidung des Rückenmarkes selbst an die Reihe. Ich bin bei dem folgenden Verfahren stehen geblieben, weil es mir die geringste Blutung lieferte. In der Wunde an der hinteren Seite des aufgebrochenen Wirbelkörpers schnitt ich die Dura Mater von hinten her halbcirculär ein. Dann faſste ich mit einer kleinen Pincette den oberen Theil derselben und hob damit das Rücken-

mark ein wenig aus seiner Höhle heraus. Nunmehr öffnete ich eine feine Scheere so weit, dafs ihre Branchen die Dicke des Rückenmarkes zwischen sich nehmen konnten und schnitt mit einem raschen Schnitte den hinteren (oberen) Theil des Rückenmarkes innerhalb der Dura durch. Man mufs dabei achtsam sein, dafs man nicht mit den Scheerenbranchen in die Venen geräth, welche an der inneren Fläche der Seitentheile der Wirbel liegen. Dabei bekommt man, wenn anders kein Mifsgeschick eintritt, nur eine Blutung aus der Rückenmarkswunde. Zur Vorsorge begann ich schon jetzt mit der künstlichen Athmung. Nachdem sich das Thier beruhigt hat, trage ich dann mit einer feinen Scheere etwas von dem durchschnittenen Mark ab, welches die Wunde nach unten (hinten) begrenzt, denn dieser Theil des Rückenmarkes ist für den eigentlichen Versuch werthlos. Die dadurch geräumiger gewordene Rückenmarkswunde reinige ich unter möglichster Schonung der oberen Schnittfläche und nun zeigen sich die noch nicht durchschnittenen Rückenmarksantheile, welche ich dann auf einer zweckmäfsig gebogenen kleinen Hohlsonde schliefslich noch durchtrenne. Ueber einem kleinen feuchten Schwämmchen, welches in die ganze Wunde eingelegt wird, wird dann zum Schlufs die Haut mit einigen Stichen vernäht. Nun schreite ich zur Besichtigung der Augen. Dabei habe ich nämlich den Zweck, mich über den Stand der Thränen zu unterrichten. Bei diesen Versuchen ist es mir nämlich mehrmals begegnet, dafs unmittelbar nach der Durchtrennung des Markes in dem einen oder anderen Auge, oder auch in beiden, sich Thränen befanden, die man, wenn sie nicht beachtet worden wären, als Folge der später ausgeführten Reizung der Conjunctiva hätte ansehen können. Sie rühren wohl in den meisten Fällen von einer durch die Rückenmarksdurchschneidung gesetzten Reizung der verschiedenen Bestandtheile des Reflexapparates für die Thränensecretion her. Wenn ich dieselben aber vorher sorgfältig mittelst kleiner Bäuschchen von Fliefspapier aufsog und

dann erst die Reizung vornahm, so kam der positive oder negative Erfolg der jeweiligen Rückenmarksdurchschneidung für die reflectorische Thränenabsonderung unverfälscht zu Tage. Dieser Umstand ist zur Vermeidung falscher Resultate besonders zu beachten und gilt ausnahmslos für alle Rückenmarksdurchschneidungen an verschiedenen Stellen. Ein paar schwache mechanische Reize geben Auskunft über das Verhalten der reflectorischen Lidbewegung, was nebenbei zu beobachten ich auch ein Interesse hatte. Ich habe mich nur der Bindehautreizung bedient und alle hernach über das Centrum der reflectorischen Thränensecretion zu machenden Angaben dürfen auf keine andere Art sensibler Reizung ohne Weiteres übertragen werden. Die Reizung selbst habe ich auf sehr verschiedene Arten ausgeführt, habe aber gefunden, dafs die von Brücke und von Reich angegebene die zweckmäfsigste ist, weshalb ich auch bei ihr stehen geblieben bin. Ich halte es für werthlos, die von mir versuchten anderen Reizungsmethoden zu beschreiben. Nach Vollendung eines jeden Versuches wurde an dem zuvor getödteten Thier der Rückenmarkskanal in der Nähe der Wunde sorgfältig erweitert und untersucht, ob das Rückenmark vollständig durchtrennt war. Die einzelnen Ergebnisse meiner Versuche waren die folgenden :

1. Durchschneidungen des Rückenmarkes dicht unterhalb der Spitze des Calamus scriptorius.

Hier stehen mir fünf gute Versuche zu Gebote. Einige andere, bei denen starke Blutungen stattfanden, oder bei denen die Section unvollständige Trennung des Rückenmarkes ergab, schliefse ich aus, obschon auch in diesen das Hauptresultat mehr oder weniger deutlich hervortrat. In allen Fällen beobachtete ich starke Verengerung der Pupille, welche ich hier nicht weiter verfolgen will, ferner Abwesenheit des reflectorischen Lidschlages einschliefslich der Bewegung der Nickhaut und ebenso voll-

ständigen Mangel der reflectorischen Thränensecretion. In keinem Falle habe ich eine auch nur im Entferntesten verdächtige Andeutung einer Secretion beobachtet, die Veranlassung hätte geben können, die Zahl meiner Versuche über diesen Ort zu vermehren. Die Trennungsstelle lag 1—4 Millimeter unterhalb der Spitze des Calamus scriptorius.

Bezüglich der reflectorischen Lidbewegung will ich noch einschalten, dafs meine Beobachtung mit der vorsichtigen Ausdrucksweise stimmt, welche sich bei Herrn Exner[1]) über denselben Punkt findet. Zweierlei will ich hinzufügen, welches jedoch der Richtigkeit der Angaben des erwähnten Forschers keinen Eintrag thut, sondern die Kenntnifs über den reflectorischen Apparat der Lidbewegung in Etwas vervollständigt. Da in meinem Versuch die fragliche Bewegung noch bei Durchschnitten bis zu 1—4 mm *unterhalb* der Spitze des Calamus scriptorius *gänzlich* vermifst wurde, so ist zu sagen, dafs die Thätigkeit jener reflectorischen Vorrichtung auch dann noch *vollständig* erlischt, wenn die Trennung des Markes noch um einige Millimeter unterhalb des unteren Endes der Rautengrube ausgeführt wird. Weiter ist dann noch hinzuzufügen, wie die folgenden Versuche beweisen, dafs bei Durchschneidung des Rückenmarkes weiter abwärts die reflectorischen Lidbewegungen nicht mit einem Male vollständig so erhalten bleiben, wie sie am gesunden Thier erscheinen, sondern dafs sie nur unvollkommen auftreten. Man wird bemerken, dafs, um jene in möglichster Vollständigkeit eintreten zu sehen, man mit dem Durchschnitt am Rückenmark beträchtlich heruntergehen mufs.

2. Durchschneidung des Markes innerhalb des zweiten Halswirbels.

Ich liefs deshalb diese Stelle sogleich auf die eben beschriebene folgen, theils weil die Wegnahme des hinteren Bogens des Atlas in der

[1]) Exner: Experimentelle Untersuchung der einfachen psychischen Processe. Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. VIII, S. 530.

Regel mit starken venösen Blutungen verbunden ist, und dabei das Mark nur auf eine kurze Strecke freigelegt werden kann, was der sicheren Durchschneidung des letzteren wenigstens für die von mir gewählte Methode Eintrag thut — nachtheilige Umstände, die sich beim zweiten Halswirbel nicht einstellen —, theils um sofort eine von der ersten Durchschneidungsstelle ziemlich weit entfernte zu wählen, weil ich darauf rechnete, ein Resultat zu finden, welches dem bereits erhaltenen entgegengesetzt wäre und ich für weitere Versuche mir dann die Rückenmarksstrecke abgegrenzt hatte, auf der ich weiter zu untersuchen hatte. Wegen der gröſseren Länge des zweiten Halswirbels und seines, eine crista darstellenden Processus spinosus ist die gewählte Stelle immer leicht zu finden. Indem ich nur die Fälle berücksichtige, in denen die Section eine *vollständige* Trennung des Markes ergab und deren Zahl vier tadelfreie beträgt, läſst sich das Resultat folgendermaſsen ausdrücken: Die reflectorischen Lidbewegungen sind nur *unvollkommen* erhalten und eine reflectorische Thränenabsonderung kommt auch in diesem Falle nicht vor. In Fällen, wo noch mehr oder weniger groſse Brücken von Rückenmarkssubstanz an der Durchschnittsstelle vorhanden waren, sah ich wohl Anzeichen reflectorischer Thränenabsonderung, ich muſs aber diese selbstverständlich bei der Formulirung des Resultates ausschlieſsen. Daſs die Vorsicht, die ich oben bei der Auseinandersetzung der Methode zu befolgen empfahl, nützlich und nothwendig ist, habe ich hier besonders und zwar mehrmals erfahren.

3. Durchschneidungen des Rückenmarkes innerhalb des dritten und vierten Halswirbels.

Die Anzahl einwurfsfreier Fälle ist auch hier groſs genug, um am Resultat keinen Zweifel aufkommen zu lassen, obschon es mich anfangs überraschte und mir zu einer mehrmaligen Wiederholung der Versuche

am genannten Ort Veranlassung gab. Die reflectorischen Lidbewegungen waren hier zwar etwas vollkommener erhalten, als bei den höheren Durchschneidungen, erreichten aber nie die Vollkommenheit, wie am gesunden Thiere. Je tiefer die Durchschneidungen, desto besser waren sie allerdings erhalten. Die reflectorische Thränensecretion trat nie in befriedigendem Grade auf, obschon ich in einigen wenigen Fällen, in denen die Durchschneidung am unteren Ende des vierten Wirbels ausgeführt worden war, schwache Andeutungen davon gesehen habe; sie waren aber nicht im Entferntesten mit der am gesunden Thier zu vergleichen.

4. Durchschneidungen des Rückenmarkes innerhalb des fünften und sechsten Wirbels.

Schon die ersten Versuche belehrten mich, daſs ich hier an der Stelle angekommen war, wo in der Mehrzahl der Fälle die Erhaltung der Lidbewegung und namentlich auch der Nickhautbewegung sich denen am gesunden Thier sehr nähern, wenn sie auch nicht in allen Versuchen sich so vollkommen machten, daſs sie unbedenklich denen gesunder Thiere gleichgesetzt werden konnten. So verhielt es sich nun auch mit der reflectorischen Thränensecretion, und es zeigte sich dabei der unverkennbare Zusammenhang, daſs je vollkommener die reflectorischen Lid- und Nickhautbewegung erhalten waren, desto sicherer auch die reflectorische Thränensecretion auftrat. Ich habe dabei noch anzuführen, daſs sich nicht immer nach der Durchschneidung am genannten Ort die erwähnten Erscheinungen auf beiden Augen in gleicher Vollkommenheit zeigten; das eine Auge hatte nicht selten vor dem andern in den erwähnten Beziehungen Etwas voraus. Ob dies davon abhängt, daſs die Gesammtheit des reflectorischen Thränenapparates auf beiden Seiten ungleich weit in das Rückenmark herunterragt, oder davon, daſs bei der gröſsten Sorgfalt, die man auch der Durchschneidung des Rückenmarkes mag angedeihen

lassen, dieselbe doch begreiflicherweise auf beiden Seiten nicht immer absolut gleich ausfällt, darüber bin ich mir nicht klar. Durch eine gröfsere Anzahl verschieden modificirter Versuche wird man wohl diese Angelegenheit entscheiden können; ich habe aber noch nicht Zeit gefunden, nach dieser Seite hin meiner Arbeit eine gröfsere Vollkommenheit zu geben.

Ich will noch besonders bemerken, dafs in allen Versuchen, welche ich gut geheifsen habe, nach der Durchschneidung des Marks im Duramatersack kein nennenswerthes Blutcoagulum aufgefunden wurde, von dessen Druck auf den oberen Stumpf des Rückenmarks alle negativen Erfolge in Bezug auf die reflectorische Thränensecretion hätten abgeleitet werden können. Auch habe ich von der Vollendung der Rückenmarksdurchschneidung an bis zur Prüfung auf das Eintreten der Secretion eine hinlängliche Zeit verstreichen lassen, um nicht durch eine in Folge der Verwundung des Rückenmarks etwa eintretende Depression des Reflexvermögens getäuscht zu werden.

Fasse ich das Endergebnifs aller dieser Versuche zusammen, so wäre, wenn ich mich lediglich an die von mir beobachteten Thatsachen halte, etwa so zu sagen :

Die von der Conjunctiva aus erregbare reflectorische Thränensecretion kann man erhalten, wenn mindestens das Rückenmark bis zum unteren Ende des vierten Wirbels oder bis zum oberen des fünften Wirbels erhalten ist. Will man sie aber im Experiment möglichst sicher und vollständig eintreten sehen, so thut man besser, das Rückenmark bis in die Gegend des sechsten Wirbels zu erhalten. Dabei ist bemerkenswerth, dafs die möglichst vollkommene reflectorische Thränensecretion gleichen Schritt hält mit der möglichst vollkommen erhaltenen Lid- und Nickhautbewegung. Vielleicht ist die untere Grenze für möglichst vollkommene Erhaltung der genannten reflectorischen Erscheinungen etwas höher zu

setzen, indem man daran erinnern kann, daſs das untere Ende des oberhalb des Schnittes gelegenen Rückenmarkstückes durch Blutverlust u. s. w. an seinen gesunden Eigenschaften eine Einbuſse erleidet, mithin das von mir für die fraglichen Erscheinungen als nothwendig geforderte Stück im Experiment länger ausfällt, als es in Wirklichkeit ist; aber das ist eine Unvollkommenkeit, die allen Durchschneidungsversuchen an den centralen Theilen des Nervensystems anklebt und die erst durch Anwendung anderer, vollkommenerer Methoden zu beseitigen ist. Ich sehe daher mein Resultat auch nur als eine erste, rohe Annäherung an die Wahrheit an. Selbstverständlich sagen meine Versuche darüber nichts aus, ob das erhaltene Resultat darin begründet ist, daſs bis zur fraglichen Grenze die centrifugalen Nerven für die Thränensecretion im Mark soweit herunterragen, oder ob das Uebertragungsorgan selbst sich über das ganze obere Rückenmarksstück verbreitet, oder ob endlich darin, daſs die centripetalen, an der Bindehaut beginnenden Nervenfasern des Trigeminus auf eine groſse Strecke im Rückenmark abwärts und dann wieder bis etwa zu den Kernen der noch näher ihrem wahren Ursprung nach zu erforschenden centrifugalen Thränennerven aufwärts steigen. Die letztere Annahme kann man deshalb am wahrscheinlichsten finden, weil es bekannt ist, daſs gerade beim Kaninchen die groſse, empfindliche Wurzel des Trigeminus schon makroscopisch um ein gutes Stück im oberen Ende des Markes absteigend beobachtet werden kann.

Es wäre nicht ohne Interesse, zuzusehen, ob nicht das von mir gefundene Resultat seine Analoga in bei Verletzungen oder Erkrankungen des oberen Stückes des Rückenmarkes beobachteten Thatsachen findet. Leider bin ich hier nicht so genügend unterrichtet, um sagen zu können, ob man bisher auf diesen Punkt hinlänglich geachtet hat und was dabei gesehen worden ist. Beim Versuche, meine in dieser Beziehung unvollständigen Kenntnisse zu erweitern, habe ich das folgende Bemerkens-

werthe gefunden: In dem von H. Müller[1]) so vollständig beschriebenen Falle einer traumatischen Theilung einer Rückenmarkshälfte unterhalb des dritten Dorsalnerven sind keine am Auge beobachteten, abnormen Erscheinungen angegeben. Es läſst sich bei der groſsen Sorgfalt, mit welcher dieser Fall bearbeitet worden ist, annehmen, daſs etwaige ungewöhnliche Vorkommnisse am Auge beobachtet worden wären. Dieser Fall, obschon er ein negatives Resultat aufweist, hat deshalb Interesse, weil er zeigt, daſs nach Analogie meiner Versuche auch beim Menschen der gesammte Reflexionsapparat für die reflectorische Thränenabsonderung, wenn er hier überhaupt bis in das Rückenmark reicht, nicht bis in das Dorsalmark herunterragt. Die Rückenmarksverwundung lag bei dieser Voraussetzung unterhalb des unteren Endes des reflectorischen Apparates für Lidbewegung und Thränensecretion.

In dem von R. Weiſs[2]) bearbeiteten Fall, in welchem die Verwundung des Rückenmarkes zwischen Occiput und Atlas stattgefunden hatte, und die, wie aus der Mehrzahl der Erscheinungen zu schlieſsen, wahrscheinlich am genannten Orte das Rückenmark auf einer Seite trennte, wird zwar nicht genau über die noch vorhandenen Eigenschaften des Lidschlages und die reflectorische Thränensecretion berichtet, aber es findet sich die Bemerkung vor, daſs auf der kranken Seite die Lidspalte *enger* als auf der gesunden war. In allen meinen Versuchen, in denen der reflectorische Lidschlag und die reflectorische Thränensecretion fehlten, oder der erstere eine beträchtliche Einbuſse erlitten, habe ich stets bei Abwesenheit aller die Conjunctiva treffenden Reize die Lidspalte *enger* gefunden, als beim gesunden Thier, oder einem solchen, dessen Rücken-

---

[1]) H. W. Müller: Beiträge zur patholog. Anatomie und Physiologie des menschlichen Rückenmarks. 1871.

[2]) R. Weiſs: Langenbeck's Archiv für klinische Chirurgie, Bd. XXI, S. 226.

mark so tief durchschnitten war, dafs der gesammte reflectorische Apparat für die genannten Erscheinungen vollkommen erhalten war. Ich bin daher nicht abgeneigt zu glauben, dafs in jenem Verhalten der Lidspalte eine Andeutung für die Annahme liegt, dafs sich auch beim Menschen die gesammte reflectorische Einrichtung für die Thränensecretion in den oberen Abschnitt des Rückenmarkes hineinerstreckt.

Eine ähnliche Bemerkung findet sich bei E. Remak[1]), betreffend eine etwas verengte Lidspalte in Verbindung mit anderen linksseitigen Erscheinungen in Folge einer halbseitigen Blutung in das Rückenmark.

Ueber einen von Vulpian[2]) citirten, den Beobachtungen von Brown-Séquard entlehnten Fall finde ich Folgendes angemerkt : Ein Mann hatte eine Verwundung am Halse erhalten. Aus den vorhandenen Störungen der Bewegungen und Empfindungen war zu schliefsen, dafs eine Verletzung der rechten Seite am unteren Theile des Halsmarkes stattgefunden hatte. Es wird nun hervorgehoben, dafs auf der verletzten, rechten Seite eine *reichlichere Thränensecretion*, als auf der anderen vorhanden war. Da die Bewegungen etc. nur gestört, nicht aufgehoben waren, so ist wohl anzunehmen, dafs keine vollständige, halbseitige Trennung des Markes stattgefunden hatte. Es hat nichts Verfängliches, in Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen anzunehmen, dafs auch hier die von mir untersuchte Einrichtung bis tief in das Halsmark hineinrage und durch den in Folge der Rückenmarksverletzung herbeigeführten Reiz sich in einer krankhaften Erregung befand. Es empfiehlt sich, in Zukunft bei irgend welchen Erkrankungen des Halsmarkes auf

---

[1]) E. Remak : Ein Fall von atrophischer Spinallähmung durch traumatische halbseitige Blutung in die Halsanschwellung des Rückenmarkes. Berl. Klin. Wochenschrift, 1877, S. 644.

[2]) Vulpian : Leçons sur l'appareil vasomoteur. T. I, p. 226.

das Symptom der reflectorischen Lidbewegung und Thränenabsonderung mehr zu achten, als es mir bisher der Fall gewesen zu sein scheint, um uns darüber zu belehren, inwieweit sich Das, was ich beim Kaninchen gefunden, auch beim Menschen wiederfindet, oder davon abweicht. Vielleicht veranlaſst diese Bemerkung auch diejenigen Kliniker, denen reiche Erfahrungen über Rückenmarkserkrankungen zu Gebote stehen, Mittheilungen in der fraglichen Beziehung zu machen. Bereits Bekanntes kann mir als einem noch jungen und wenig erfahrenen Arzte entgangen sein. Anderes bisher nicht Publicirtes kann in der Erinnerung erfahrener Aerzte liegen.

Es sind nun noch darüber Versuche anzustellen, wie weit die Gesammtheit des Apparates für die reflectorische Thränenabsonderung in der anderen Richtung, nämlich in der nach dem Groſshirn, experimentell zu verfolgen ist. Hier habe ich mich auf eine geringere Anzahl von Versuchen beschränkt. Eine erste Form derselben führte ich in folgender Weise aus:

Ich legte mir das Groſshirn mit Erhaltung sämmtlicher Hirnhäute auf eine möglichst groſse Ausdehnung frei, namentlich nach den Seiten und nach hinten hin. Dann schlitzte ich die Dura auf beiden Seiten längs der Mittellinie und auſserdem jede Hälfte derselben bis tief in die Temporalgegend.

Man kann nun mit Hilfe eines zweckmäſsig gebogenen und geöhrten Hakens einen starken Faden in der Gegend der Sella Turcica unter dem Gehirn herführen, dann diesen bis in die Gegend der Vierhügel zurückschieben und hier das ganze Gehirn abbinden. Ich wählte dieses Verfahren und zog es einer Durchschneidung deshalb vor, weil ich die hintere Abtheilung des Gehirnes möglichst vor Entblutung schützen wollte und weil auch dann der Trigeminus nicht der Gefahr einer Durchschneidung oder sonstigen Verletzung ausgesetzt ist. Wenn man an der Ligatur

nicht stark zieht, so daſs die Hirngefäſse nicht abgerissen werden, schnürt jene die Gefäſse zu und jede stärkere Blutung wird auf diese Weise vermieden. An solchen Thieren tritt nun die reflectorische Thränenabsonderung so reichlich ein, wie am unverletzten Thier. Es ragen also deren anatomische Bedingungen nicht nach vorn über die Vierhügel hinaus. Es läſst sich bei einiger Ruhe auch die Ligatur bis in die Masse der Vierhügel hinein mit Erhaltung desselben Resultates anlegen. Es ist wünschenswerth, zuzusehen, ob man von vorn her nicht noch einen gröſseren Theil des Gehirnes mit Erhaltung unserer Erscheinung abtragen könne. Versuche dieser Art wurden so ausgeführt, daſs ich den das Kleinhirn in der Mitte bedeckenden Schädeltheil abtragend die Knochenwunde seitlich soweit erweiterte, um das Gehirn dicht vor dem makroskopischen Ursprung des Trigeminus theilen zu können. Die hierher gehörigen Versuche sind nicht alle gleich gut ausgefallen, indem in manchen die Trigeminusbahn einseitig oder gar auf beiden Seiten stark verletzt worden war. Schlieſse ich diese aus, dann geben die übrig bleibenden das unzweifelhafte Resultat, daſs das Centrum für die reflectorische Thränensecretion von der Conjunctiva aus nicht namhaft über den makroskopischen Ursprung des Trigeminus nach vorn hinausragen kann. Die Schnitte lagen, der Section gemäſs, ungefähr 2 mm vor dem Trigeminusursprung. In allen Fällen tadelloser Theilung des Gehirnes mit Erhaltung der Trigeminusbahnen trat die reflectorische Erregung der Thränensecretion von der Conjunctiva aus so vollkommen wie am unverletzten Thier auf. Ich habe keinen merklichen Unterschied kurz nach der Durchschneidung beobachtet, obschon ich wegen der stärkeren Blutung, die diesem Schnitte zu folgen pflegt, darauf gefaſst war, einem solchen zu begegnen. Ob sich in späteren Zeiten, wenn das Gehirn von der Schnittfläche aus anfängt abzusterben, Unterschiede zeigen, ist wahrscheinlich; ich habe jedoch diesen Punkt nicht weiter untersucht.

Ich gebe hier meinen Versuchen einen vorläufigen Abschlufs, obschon ich weifs, dafs denselben noch eine weitere Ausdehnung gegeben werden kann. Diese Erweiterungen werden sich namentlich auf zwei Punkte zu erstrecken haben. Es wird zunächst zu untersuchen sein, ob für diejenigen reflectorischen Thränensecretionen, die durch andere Zweige, als die der Conjunctiva des Trigeminus und durch diejenigen sensiblen Nerven, welche Demtschenko noch weiter angegeben hat, das zugehörige Reflexcentrum in seiner Gesammtheit in dieselben Grenzen eingeschlossen ist, welche ich für die von mir gewählten centripetalen Bahnen gefunden habe. Sodann aber, und das scheint mir von noch gröfserem Interesse zu sein, wäre zu ermitteln, wie sich die Angelegenheit gestaltet, wenn man zur reflectorischen Auslösung der Thränensecretion den Sehnerven benutzt. Es lassen sich wohl auf anatomische Erfahrungen gestützt gewisse mehr oder weniger wahrscheinliche Annahmen darüber machen, was hier zu erwarten ist; ich ziehe es aber vor, darüber zu schweigen, da nur durch vivisectorische Versuche die Aufklärung gegeben werden kann.

II.

Zur Lehre von der Lagerung der Gefäfsnerven in den Wurzeln der Rückenmarksnerven.

Von

E. Kühlwetter aus Köln[1]).

---

[1]) Diese Arbeit habe ich im physiologischen Laboratorium der Universität Giefsen ausgeführt.

Unter den Lehren über die Gefäſsnerven war in den letzten Jahren eine geeignet, die besondere Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Ich meine die Angabe Stricker's, daſs in den hintern Wurzeln der zum N. ischiadicus gehenden Rückenmarksnerven solche Fasern liegen, deren Reizung durch centrifugale Erregung Temperaturerhöhung in der hinteren Extremität geben soll, verbunden mit dem Schlusse, daſs dieselbe auf einer Erregung centrifugaler vasodilatatorischer Nerven beruhe. In einer ersten Abhandlung[1]) giebt Stricker Folgendes an. Seine Versuche stellte er an zwei bis drei Monate alten Hunden an. Bei diesen durchschnitt er das Brustmark in der Gegend des 7. oder 8. Brustwirbels ohne Knochenverletzung. Diese Voroperation macht eine Narcose während des späteren eigentlichen Versuches unnöthig und damit sind unberechenbare, durch die Narcose bewirkte Temperaturschwankungen vermieden. Die Thiere wurden sorgsam gepflegt und besondere Sorgfalt darauf gelegt, daſs die Harnblase regelmäſsig entleert und die Wunde, sowie das ganze Thier täglich sorgfältig gewaschen wurde. Am 5. oder 6. Tage nach dieser Operation setzte er den Versuch fort und zwar in folgender Weise : Das Thier liegt nicht betäubt und ungebunden auf dem Bauche, ein Wärter sorgt dafür, daſs es in Ruhe bleibt. Die Hinterbeine sind ausgestreckt und zwei Thermometer sind zwischen den Zehen je einer Pfote durch ein weiches Bändchen befestigt. Dann wird der Lendenwirbelkanal mög-

[1]) Untersuchungen über die Gefäſsnervenwurzeln des Ischiadicus von S. Stricker. Medizin. Jahrbücher. 1877. S. 279 ff.

lichst weit eröffnet und eine Pause gemacht, bis die Quecksilbersäulen wieder sinken, da das Bloſslegen des Rückenmarks von einer Erhöhung der Pfotentemperatur begleitet zu sein pflegt. Hierauf folgt die Ligatur einer hinteren Lendennervenwurzel, dann die Durchschneidung zwischen Ligatur und Rückenmark. Zeigt sich im Anschluſs an diese Eingriffe kein Erfolg, so wird am peripheren Stumpfe unterhalb der ersten Ligatur eine zweite angelegt und abermals abgewartet u. s. f., oder auch elektrische Reize angewendet. Zur Controle, daſs eine sensible Wurzel gefaſst ist, wird stets der Zusammenhang der gereizten Nerven mit dem Ganglion constatirt.

Gemäſs den mitgetheilten Protokollen ergiebt sich nun nach Stricker als Resultat der Versuche, daſs sowohl mechanische, als elektrische Reize an den peripherischen Stümpfen der sensiblen Wurzeln des zweiten bis fünften (incl.) Lendennerven stets gefolgt ist von einer Temperaturerhöhung der betreffenden Pfote. Ich schreibe aus seinen Protokollen einige Beispiele ab : Es ergab die Durchschneidung der hinteren Wurzel des 5. Lendennerven eine Erhöhung der Temperatur um 2,32, eine weitere Umschnürung derselben eine solche von 7,9 innerhalb 7 Sec., eine letzte Umschnürung eine solche von 2,6, endlich eine, wie es scheint, elektrische Reizung durch 50″ eine solche von 4,4. In einem zweiten Falle, in welchem vorher der Grenzstrang exstirpirt worden war, ergab die Durchschneidung der sensiblen Wurzel des 5. Lendennerven eine Temperaturerhöhung von 0,2, eine dreimalige Umschnürung eine solche von 1,4.

Nach diesen Erfahrungen glaubt nun Stricker als ganz sicher ausgemacht behaupten zu können, daſs der Ischiadicus Gefäſsnerven und zwar dilatatorische enthalte und daſs dieselben jenem Nerven direct vorzugsweise durch die hinteren Wurzeln des 4. und 5. Lendennervenpaares zugeführt werden. Diese sensiblen Wurzeln enthalten nach Stricker's

Worten „regelmäſsig Hemmungsfasern für die Gefäſse der entsprechenden Pfote"[1]). Von den vorderen Wurzeln läſst sich kein bestimmter Einfluſs auf die Temperatur nachweisen. Die Hemmungsfasern der sensiblen Wurzeln des Ischiadicus gehen nicht durch den Grenzstrang.

Im Gegensatz zu diesen Behauptungen gelangt Cossy[2]) zu folgenden Resultaten. Die Durchschneidung und besonders die Reizung der hinteren Wurzeln der letzten Lendennervenpaare bewirkt manchmal eine Erhöhung, zuweilen aber auch eine Erniedrigung der Temperatur; in noch anderen Fällen bleibt die Temperatur constant. Nach diesen durch das Experiment gewonnenen Erfahrungen erklärt Cossy die Behauptung, daſs in den hinteren Wurzeln der Lendennerven Vasodilatatoren vorhanden sind, für sehr gewagt.

Die Art und Weise, wie Cossy seine Versuche anstellte, weicht in zwei Punkten von der von Stricker gewählten Methode ab. Einmal benutzt Cossy zur Reizung nur elektrische Ströme, dann miſst er in anderer Weise die Temperatur. Das Thermometer wird auf 32° erwärmt und kurz vor und nach der elektrischen Reizung mit der Hand zwischen den Krallen der Pfote fixirt; alsdann wird die Temperatur abgelesen. Zwischen Hand und Pfote wird eine Compresse gelegt, um den Einfluſs der Wärme der Hand auf die Pfote zu vermeiden.

Vulpian[3]) schlieſst sich in einer späteren Arbeit, auf vier Versuche gestützt, der Meinung von Cossy vollständig an.

Stricker[4]) hält jedoch an seinen ursprünglich aufgestellten Sätzen fest.

Es scheint mir von Interesse, daſs dieser Widerspruch zwischen den erwähnten Forschern gelöst werde. Einmal deshalb, weil es sich dabei

---

[1]) a. a. O. S. 279.

[2]) A. Cossy, Archives de physiologie normale et pathologique. 1876. S. 832 ff.

[3]) Archives de physiologie normale et pathologique. 1878. S. 336 ff.

[4]) Mediz. Jahrbücher. Jahrgang 1878. S. 409 ff.

entscheiden muſs, inwieweit das Bell-Magendie'sche Gesetz von der Function der beiden Wurzelarten der Rückenmarksnerven Giltigkeit hat. Stricker legt zwar diesem Punkt keinen besonderen Werth bei. Er sagt: „An und für sich halte ich den neuen Fund für wenig bedeutend. Er corrigirt zwar den Fundamentalsatz, daſs die vorderen Wurzeln nur centrifugal, die hinteren nur centripetal leiten; aber die Correction, daſs die hinteren Wurzeln auch einige centrifugal leitende Fasern enthalten, ist keine so wesentliche“[1]. Mir will es aber scheinen, daſs für ein Gesetz, das sich bisher durch eine ganze Reihe der Wirbelthiere so haltbar gezeigt hat, wohl zu prüfen ist, ob und wo es nicht mehr seine Giltigkeit hat. Sodann aber scheint mir eine Entscheidung in der fraglichen Angelegenheit deshalb wünschenswerth, weil, wenn dieselbe in dem Sinne Stricker's ausfällt, sich eine neue, scharf ausdrückbare Bedingung ergäbe, unter welcher die Reizung von Gefäſsnerven *stets* Erweiterung der Gefäſse giebt, selbstverständlich vorausgesetzt, daſs die fragliche Temperaturerhöhung auf jene zu beziehen ist.

Auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professor Eckhard beschäftigte ich mich daher mit der vorliegenden Frage und will in Folgendem die Resultate der angestellten Untersuchungen mittheilen.

Ich begann mit einigen Vorversuchen, die nur den Zweck hatten, mich mit den nothwendigen Manipulationen vertraut zu machen.

Vor allen Dingen strebte ich danach, das Thermometer in einer zweckmäſsigen Weise in der Pfote des Hundes zu befestigen. Ich glaube dies auf folgende Art erreicht zu haben. Zunächst werden mit einem feinen Pfriem die einzelnen Nägel der Pfote durchlöchert und durch diese Löcher Fäden durchgezogen. Dann wird die Kugel des Thermometers in die Pfote eingesenkt, die Fäden so zusammengezogen, daſs

[1] a. a. O. S. 410.

sich die Zehen eben um die Thermometerkugel herumlegen und am Thermometer selbst oberhalb der Kugel fest verknüpft. Somit ist die Kugel möglichst vollständig von der Pfote umfaſst. Um umabhängig zu sein von der Temperatur der Umgebung und um das Thermometer noch besser zu befestigen, wird weiterhin ein schmaler, ziemlich langer Tuchstreifen von Wolle um die die Thermometerkugel einschlieſsende Pfote herumgewickelt und mit seinen beiden freien Enden zugebunden. Mittelst eines durch diese Enden durchgesteckten Pfriems werden dieselben auf der Unterlage befestigt; hierdurch sind etwaige Bewegungen des Beins wenn auch nicht vollständig vermieden, so doch auf ein geringes Maſs beschränkt. Diese Ruhigstellung der mit dem Thermometer versehenen Pfote hilft die richtige Ablesung des Thermometers sichern. Ich beobachtete, trotzdem daſs das Rückenmark vollständig durchtrennt war, dann und wann Bewegungen, die manchmal gar nicht unbedeutend waren und somit bei nicht genügender Befestigung der Pfote das richtige Ablesen der Temperatur erschwerten. Am oberen Ende wird das Thermometer mit einem Bindfaden an einem Stativ lose befestigt.

Ist nach dieser eben beschriebenen Methode das Thermometer applicirt, so erreicht man also dreierlei. Die Berührung der Pfote mit der Kugel des Instruments ist eine möglichst vollkommene. Ferner sind Bewegungen des Thermometers so beschränkt, daſs dieselben wenig Gelegenheit zu falschen Ablesungen desselben geben und endlich wird das Thermometer von der Temperatur der Umgebung so gut wie nicht beeinfluſst. Das Thermometer war nach der 100theiligen Scala in Zehntelgrade getheilt. Man kann der beschriebenen Applicationsweise des Thermometers den Vorwurf machen, daſs sie die Circulation in der Pfote beschränke. Dies mag bis zu einem gewissen Grade der Fall sein. Es handelt sich aber hier nur um Temperaturänderungen und diese kommen durch äuſsere Einwirkungen ungestört möglichst vollständig der Thermo-

meterkugel zu Gute. Hernach anzugebende Erfahrungen werden zeigen, daſs wenn aus inneren Ursachen die Temperatur der Pfote sich ändert, dies sich auch sofort am Thermometer ausdrückt.

Ich ging nunmehr zu einem Vorversuch über. Ich wünschte zu wissen, ob sich die Lehre Stricker's auch ohne vorgängige Durchschneidung des Rückenmarks darstellen lasse. Um mir hierüber Klarheit zu verschaffen, stellte ich folgenden Versuch an.

Ein ziemlich kleiner junger Hund wird in Bauchlage aufgespannt und in seine rechte Hinterpfote nach der oben angegebenen Weise ein Thermometer eingelegt. In Chloroformnarcose wird dann der Lendenwirbelkanal eröffnet, das Rückenmark bloſsgelegt und eine hintere Wurzel des rechten Lendennerven aufgesucht und unterbunden. Darauf wird diese Wurzel durchschnitten und der periphere Stumpf 5 Minuten lang elektrisch gereizt. Die Temperatur der entsprechenden Pfote zu Beginn des Versuches 23,3°, fällt fortwährend nahezu gleichmäſsig bis auf 20,2°. Weder die Ligatur, noch die elektrische Reizung bewirkten irgend welche Schwankung. Während der ganzen Dauer des Experimentes traten Zuckungen in den Muskeln der Pfote auf, Temperaturänderungen konnte ich dabei nicht beobachten. Vgl. w. u. Da ich in diesem Versuche Nichts beobachtete, was den Angaben Stricker's entspricht, aber möglich ist, daſs die der Reizung der hinteren Wurzel entsprechende Temperaturerhöhung verdeckt worden ist durch eine absichtslose Erregung der Vasoconstrictoren, etwa durch die Erregung der Centren derselben durch die Narcose oder auf irgend eine andere Weise, so verlieſs ich dies Verfahren, um das von Stricker angegebene ausschlieſslich in Anwendung zu bringen.

Versuchsobjecte waren mittelgroſse und kleine, nicht zu alte Hunde. In Chloroformnarcose wurde der Rückenmarkskanal zwischen dem letzten Brust- und dem ersten Lendenwirbel in der Länge von c. 2 cm eröffnet.

Liegt das Mark blofs, so wird es nach Eröffnung der Dura innerhalb derselben durchschnitten, die Wunde darauf gereinigt, genäht und das Thier sorgsamer Pflege übergeben. Die Thiere überstanden die Operation meistens sehr gut und erholten sich rasch von dem stattgehabten Eingriff.

Am 5. oder 6. Tage darauf wurde dann zu dem eigentlichen Versuche übergegangen. Der Hund wird in Bauchlage an drei Pfoten festgebunden. Die zu untersuchende Pfote — es war dies stets die rechte Hinterpfote — wird durch den zur Fixirung des Thermometers dienenden Tuchstreifen befestigt. Das Ablesen der Temperatur geschieht stets in einiger Entfernung. Niemals habe ich die Pfoten unmittelbar vor dem Versuche mit Wasser abgewaschen. Ich wollte keine, nicht genau in ihren Folgen zu übersehende Bedingung in den Versuch einführen.

Nach diesen Vorbereitungen wird ohne Narcose die Eröffnung des Lendenwirbelkanals vorgenommen in der Ausdehnung von ca. 4—5 cm. Sind die Blutungen gestillt und liegt das Operationsfeld rein vor Augen, so wird zur Aufsuchung der hinteren Wurzel geschritten. Nach sorgfältiger Reinigung des Rückenmarkskanals und Eröffnung der Dura wird mittelst eines durchöhrten Häkchens eine Fadenschlinge um die gewählte hintere Wurzel gelegt. Alsdann folgt das Zuziehen der Schlinge, mehrmaliges starkes Quetschen derselben Wurzel mit der Pincette, oder es werden mehrere Fadenschlingen angelegt und nach einander zugezogen. In eben derselben Weise wird dann die Untersuchung einer zweiten und event. einer dritten sensibeln Wurzel vorgenommen. Elektrische Reizung wurde nur in einigen wenigen Versuchen angewandt. Während der ganzen Dauer des Experimentes wird in kurzen Zeitintervallen die Temperatur genau abgelesen und diese nebst den Zeiten, zu welchen die verschiedenen Manipulationen an den Wurzeln stattfanden, von einem nur diesem Geschäfte obliegenden Gehilfen notirt. Nach beendigtem Versuch

wird das Thier sofort getödtet und die Section gemacht. Ich lasse nunmehr die Protokolle der Versuche folgen.

1. Kleiner Hund. Am 19. September in Chloroformnarcose Eröffnung des Rückenmarkkanals in der Höhe des letzten Brust- und ersten Lendenwirbels. Vollständige Durchtrennung des Marks. In den folgenden Tagen ist der Hund ziemlich munter, frifst ordentlich, äufsert aber starke Schmerzen beim Reinigen der Wunde. Die beiden Hinterpfoten sind vollständig gelähmt.

Am 6. Tage nach der Operation wird der Versuch fortgesetzt.

9. 48 wird nach Einlegung des Thermometers damit begonnen den Lendenwirbelkanal aufzubrechen. Um 10 h 55 ist die Operation beendigt und eine Fadenschlinge um eine hintere Wurzel locker herumgezogen. Von 10 h 33 beginnt die Ablesung des Thermometers :

10. 33 17,8
10. 38 18,9
10. 43 19,3
10. 48 19,8
10. 53 20,4
10. 58 20,9
11. 3 20,9

11. 5 wird die hintere Wurzel unterbunden.

11. 5 20,8
11. 7 20,8
11. 9 20,8

11. 10 wird dieselbe hintere Wurzel mit einer zweiten Fadenschlinge umgeben.

11. 11 20,8
11. 13 20,8

11. 15 wird diese zweite Fadenschlinge zugezogen.

11. 15 20,8

Dieselbe Wurzel wird jetzt in einem Zeitraum von 5 Secunden zweimal stark mit der Pincette gequetscht.

11. 17 20,7
11. 19 20,7
11. 24 20,8
11. 26 20,7
11. 28 20,7
11. 30 20,7
11. 32 20,7
11. 38 20,6
11. 42 20,6

11. 53 wird eine Fadenschlinge um die der ersten nächst höher gelegene hintere Wurzel gelegt.

11. 55 20,7
11. 57 20,7

11. 58 wird die Ligatur zugezogen.

11. 58 20,7
12. — 20,6
12. 2 20,5
12. 4 20,5
12. 6 20,4

12. 6 beginnend wird die Wurzel während der Dauer einer Minute dreimal gequetscht.

12. 7_{30} 20,3
12. 9 20,3

12. 10 wird der Hund getödtet.

Die Section ergiebt, daſs die Versuche an den sensibeln hinteren Wurzeln des 1. und 2. Lendennerven angestellt worden waren.

2. Ziemlich kleiner Hund. Am 1. X. 83 wird in Chloroformnarcose der Rückenmarkskanal zwischen 11. und 12. Brustwirbel eröffnet und das Rückenmark durchschnitten. Die Blutungen sind gering. Der Hund erholt sich sehr bald. Beide Hinterpfoten sind vollständig gelähmt.

Am 5. Tage darauf, 5. X. 83, wird der Versuch angestellt. Das Thier wird nur an drei Pfoten festgebunden, die vierte, die das Thermometer trägt, ist in der geschilderten Weise befestigt.

9\. 0 . . . . 24,1 is preceded by:

8\. 55 25,9
9\. 0 24,1

9 Uhr beginnt die Eröffnung des Lendenwirbelkanals.

9\. 5 22,7
9\. 10 21,8
9\. 12 21,3
9\. 14 21,1
9\. 16 20,8
9\. 18 20,7
9\. 20 20,6
9\. 22 20,5
9\. 24 20,4
9\. 26 20,3

9\. 26 ist die Blofslegung des Rückenmarks vollendet. Es wird eine Pause gemacht von 4 Minuten.

9\. 28 20,3
9\. 30 20,4

9\. 30 wird eine Fadenschlinge um eine hintere Wurzel gelegt.

9\. 32 20,4
9\. 33 20,4

9\. 34 Zuziehen der Schlinge.

9\. 34 20,4
9\. 36 20,4
9\. 37 20,3

9\. 37. Dieselbe Wurzel wird während einer Minute viermal mit der Pincette gequetscht.

9\. 38 20,3
9\. 39 20,3
9\. 40 20,3
9\. 41 20,3
9\. 42 20,3
9\. 43 20,3
9\. 44 20,2
9\. 45 20,2
9\. 46 20,2
9\. 47 20,2

9. 48 eine neue Fadenschlinge um eine zweite, tiefer liegende Wurzel gelegt.

9. 48 20,2
9. 49 20,2

9. 49 Zuziehen der Ligatur.

9. 50 20,2
9. 51 20,2
9. 52 20,2

Während der Dauer von 2½ Minuten wird dieselbe Wurzel fünf Mal stark gequetscht.

9. 53 20,2
9. 54 20,2
9. 55 20,2

10 Uhr wird der Versuch abgebrochen und der Hund getödtet. Die Section ergiebt, daſs die hinteren Wurzeln des 2. und 3. Lendennerven isolirt von den motorischen unterbunden worden sind.

3. Am 12. X. 83. Fortsetzung des Versuches an einem Hunde, welchem fünf Tage vorher in der oben angegebenen Weise das Rückenmark durchschnitten worden war. An 3 Pfoten wird das Thier angebunden, in die vierte das Thermometer eingelegt.

Beginn der Eröffnung des Lendenwirbelkanals 8. 48.

9. 30 19,2
9. 32 19,1
9. 34 19,0
9. 36 18,9
9. 38 18,8
9. 40 18,7
9. 42 18,6
9. 44 18,5
9. 46 18,4
9. 48 18,3
9. 50 18,3
9. 52 . . . . 18.2
9. 54 . . . . 18.2

9. 44 ist das Lendenmark blofsgelegt. Während der Operation ziemlich starke Blutungen, deren Stillung viele Zeit in Anspruch nimmt. Es wird eine Pause von zwei Minuten gemacht.

9. 46 beginnt das Aufsuchen der hintern Wurzeln.

Um 9. 55 eine Fadenschlinge um eine hintere Wurzel herumgeführt.

9. 55 18,1

9. 56 Zuziehen der Schlinge.

9. 56 18,1
9. 57 18,0
9. 58 18,0

Es wird nun elektrisch dieselbe Wurzel gereizt mit dem Du Bois-Reymond'schen Schlittenapparat. Rollenabstand 20 ctm. Dauer der Reizung 9. 59 bis 10. 1.

10. 2 18,0

10. 3 abermaliges Herumlegen einer zweiten Fadenschlinge um dieselbe Wurzel und Zuziehen der Ligatur.

10. 3 18,0

Darauf wird während einer halben Minute die Wurzel 6 Mal gequetscht.

10. 5 18,0

10. 6 wird eine Pause gemacht bis 10. 10.

10. 8 17,9
10. 10 17,9

Nunmehr wird eine zweite, unmittelbar oberhalb der vorigen gelegene hintere Wurzel aufgesucht.

10. 12 17,8

10. 14 Umlegen der Fadenschlinge.

10. 14 17,8
10. 16 17,8

10. 16 Zuziehen der Schlinge.

10. 17 17,8
10. 18 17,8

10. 19 elektrische Reizung bis 10. 21.

10. 21 17,8

Die Wurzel wird in 20 Secunden 3 Mal gequetscht.

10. 23 17,8
10. 25 17,8

Diese Wurzel wird verlassen und eine neue aufgesucht. 10. 25 Fadenschlinge um dieselbe gelegt und zugezogen.

10. 26 17,8

10. 27 alle Bündel der Wurzel stark gequetscht. Dauer : in 15 Secunden 5 Mal.

10. 29 17,8

10. 30 wird der Hund getödtet. Die Section ergiebt, daſs an den hinteren Wurzeln des 3., 4. und 5. Lendennerven experimentirt worden ist.

4. Am 30. X. 83 wird einem mittelgroſsen Hunde in Chloroformnarcose der Rückenmarkskanal zwischen letztem Brust- und erstem Lendenwirbel eröffnet und das Mark durchschnitten. Nach beendigter Operation ist der Hund ziemlich munter, in den folgenden Tagen erholt er sich bald. Die hinteren Extremitäten sind völlig gelähmt.

3. XI. 83 Fortsetzung des Versuchs. Der Hund in der bekannten Weise angebunden und das Thermometer eingelegt.

7. 40 Beginn der Eröffnung des Lendenwirbelkanals. Während der Operation ist der Hund ziemlich unruhig.

8. 8 18,8
8. 10 18,7
8. 12 18,6
8. 14 18,5
8. 16 18,4
8. 18 18,3
8. 20 18,3
8. 22 18,2

8. 24 ist das Rückenmark bloſsgelegt. Es wird um eine hintere Wurzel eine Fadenschlinge herumgeführt.

8. 24 18,2
8. 26 18,1
8. 28 18,1

8. 30 Zuziehen der Fadenschlinge.

8. 30 18,0

8. 32 wird dieselbe hintere Wurzel 33 Secunden lang 6 Mal stark mit der Pincette gequetscht und zuletzt noch unterhalb der zuletzt gequetschten Stelle durchschnitten.

8. 32 18,0
8. 34 18,0

8. 36 wird die der sensibeln Wurzel entsprechende motorische mit einem Pfriem aus Flieſspapier von Blut gereinigt.

8. 36 18,2

8. 38 die motorische Wurzel gequetscht.

8. 38 18,4
8. 40 18,5
8. 42 18,6

Der Rückenmarkskanal wird seitlich noch etwas mehr eröffnet.

8. 44 18,7
8. 46 18,7
8. 48 18,7
8. 50 18,7
8. 52 . . . . 18,7—6
8. 54 . . . . 18,7—6
8. 56 18,6
8. 58 18,6
9. 0 18,6

9. 2 eine Fadenschlinge um eine zweite hintere Wurzel gelegt.

9. 2 18,5

9. 4 Zuziehen der Schlinge.

9. 4 18,5
9. 6 18,5

9. 6 dieselbe Wurzel dreimal stark gequetscht, alsdanu nach 5 Secunden Durchschneidnng dieser Wurzel wie bei der vorigen.

9. 7	18,5
9. 8	18,4

9. 10 Reinigen des Rückenmarks von Blut und wiederholtes Hervorziehen der Wurzeln.

9. 10	18,6
9. 12	18,7
9. 13	18,9
9. 14	19,0
9. 15	19,1
9. 16	19,1
9. 17	19,1
9. 18	19,1—2
9. 19	19,1—2
9. 20	19,2

9. 20. Es zeigt sich, dafs die letzterwähnte hintere Wurzel nicht völlig durchtrennt ist, es wird deshalb noch ein kleines Bündel, das aber vorher schon ligirt worden war, noch durchschnitten. Seit 9. 12 zeigen sich in der untersuchten Extremität fortwährend Muskelzuckungen.

9. 21	19,2
9. 22	19,2
9. 23	19,2
9. 24	19,2
9. 25	19,2—3

9. 26 die motorische Wurzel 5 Mal gequetscht.

9. 26	19,3
9. 27	19,3
9. 29	19,3
9. 30	19,3—4
9. 31	19,4
9. 32	19,4
9. 33	19,4
9. 34	19,4—5
9. 35	19,5

9. 35 der Rückenmarkskanal noch weiter eröffnet behufs Aufsuchung einer dritten hinteren Wurzel.

9. 36	19,7
9. 37	19,8
9. 39	20,0

Da wegen der gleichzeitig mit den Muskelzuckungen auftretenden Temperaturschwankungen das Thermometer keinen festen Stand annimmt, wird das Thier getödtet.

Die Section ergiebt, dafs die beiden ligirten und dann durchschnittenen hinteren Wurzeln in den N. ischiadicus übergehen.

Ich könnte die Zahl der mir zu Gebote stehenden Beobachtungen noch vermehren; sie alle würden aber keine anderen Erscheinungen als die mitgetheilten aufweisen. *Nie* sah ich bei irgend welcher Reizungsart des peripherischen Stückes einer der von Stricker angegebenen hintern Wurzeln eine deutliche Erhöhung der Temperatur der Hinterpfote, ja nicht einmal irgend eine verdächtige Erscheinung. Dagegen sah ich jene, wenn aus irgend welchem Grunde Zuckungen in den Muskeln der bezüglichen Extremität auftraten; allerdings nicht immer, wie der Versuch auf Seite 36 beweist, aber doch in vielen Fällen. Cossy[1]) sah constant bei Erregung der vorderen Wurzeln Temperaturerhöhung.

Ich habe keine Untersuchungen darüber angestellt, woher die Temperaturerhöhung in diesem Falle rührte. Mir genügte es zu wissen, dafs mit Muskelzuckungen sehr oft Temperaturerhöhungen aus irgend welchem Grunde einhergehen und dafs Prüfungen an den hinteren Wurzeln nur dann mit brauchbarem Resultat anzustellen sind, wenn die untersuchte Extremität in vollkommener Ruhe ist. Nach diesen Versuchen darf ich mich der Lehre Stricker's, gleich Cossy und Vulpian, nicht anschliefsen.

---

[1]) l. c. p. 841.

Man wird wohl gegen die Versuche nicht den Umstand geltend machen können, daſs die den Reizungen der hinteren Wurzeln folgende Temperaturerhöhung durch das langsame Abfallen des Thermometers verdeckt worden sei; denn in allen Fällen geschah zu den Zeiten, in welchen die verschiedenen Manipulationen mit den hinteren Wurzeln vorgenommen wurden, das Absinken des Thermometers bereits so langsam, daſs es während dieser Zeit als fast constant angesehen werden konnte. Während sämmtlicher resultatlosen Reizungen der hinteren Wurzeln war die betreffende Extremität absolut in Ruhe, wodurch in Verbindung mit dem Umstand, daſs ich das Thermometer oft steigen sah, wenn Zuckungen auftraten, sich das Vertrauen auf meine negativen Erfahrungen an den hinteren Wurzeln bei mir erhöht. Ich möchte daher auch glauben, daſs in einigen Fällen, in denen Cossy bei Manipulationen an den hinteren Wurzeln eine Temperaturerhöhung sah, irgend ein verborgen gebliebener Fehler untergelaufen ist.

III.

Beiträge zur Geschichte der Experimentalphysiologie des Nervensystems.

Von

C. Eckhard.

Geschichte der mechanischen, chemischen und thermischen Einwirkungen auf die motorischen Nerven.

Vorbemerkung.

Die folgende Abhandlung verfolgt ausschliesslich den Zweck, darzustellen, wie allmählich das experimentelle Material zusammengekommen ist, in dessen Besitz sich die heutige Lehre von dem Verhalten der motorischen Nerven gegenüber den in der Ueberschrift genannten Einwirkungen befindet. Selbstverständlich ist jenes behufs seiner vollen Würdigung für die Nervenphysiologie noch nach der Seite hin zu verfolgen, dass ausgiebig dargestellt wird, welchen Einfluss sein allmählicher Zuwachs auf die Vorstellungen über das Wesen des Innervationsvorganges ausgeübt hat; denn alle Reizversuche haben mehr oder weniger bewusst das Ziel erstrebt, die Natur der Nerventhätigkeit verstehen zu lernen. Da die Ausbildung der Lehre dieser Naturerscheinung auch noch von Erkenntnissen anderer Art abhängig gewesen, so ist mein Plan der, der Geschichte der Ausbildung der Lehre von dem Wesen des Innervationsvorganges ein besonderes Capitel zu widmen, jedoch erst dann, wenn ich die Geschichte aller Momente, die daran Theil genommen, werde dargestellt haben. Dies ist der Grund, weshalb ich in dieser Abhandlung von der erwähnten Seite der in Rede stehenden Reizarten abgesehen und mir nur hie und da eine Andeutung darüber erlaubt habe.

Man kann diesem Gegenstande eine verschiedene Ausdehnung geben, je nachdem man nur diejenigen Einwirkungen in Betracht zieht, welche Zuckungen geben, oder neben diesen auch diejenigen noch berücksichtigt, welche zwar keine Bewegung hervorrufen, aber irgend einen Einfluss auf

anderweitig erzeugte Nerventhätigkeiten haben. Ich habe mich für das letztere Verfahren entschieden, weil ich sonst nicht leicht passende Gelegenheit gefunden hätte, die Geschichte einer Reihe für die Nervenphysiologie wichtiger Thatsachen darzustellen.

---

§ 1.

Geschichte der Untersuchungen über die mechanischen Einwirkungen auf die motorischen Nerven.

Als ersten literarisch gut verbürgten Erfolg mechanischer Einwirkung auf die Muskelnerven hat man die Angabe von der Aufhebung der Fortpflanzung der vom Gehirn aus in den motorischen Nerven erzeugten Innervationsvorgänge anzusehen. Vielleicht aber ist die Beobachtung der Zuckung als Folge einer solchen Einwirkung doch älter. Es soll deshalb zuerst die Geschichte der Muskelzuckungen durch mechanische Reize vorgeführt werden und erst hierauf die jener Wirkungen folgen. Schon bei Hippocrates[1]) findet sich eine Stelle, der zufolge es nicht unmöglich wäre, dafs dieser bereits die Zuckung in Folge mechanischer Reize gekannt habe. Im ersten Buche der Abhandlung „de morbis" heifst es: et nervus praecisus convulsionem facit etc. Die Bemerkung ist allerdings kurz und erscheint mehr nebenbei gemacht, doch ist, wie ich kürzlich gefunden habe, dieselbe schon Bellini[2]) aufgefallen und von ihm in gleicher Weise angesehen worden.

---

[1]) Magni Hippocratis opera omnia. Editionem curavit C. G. Kühn. T. II. 1826. p. 169.

[2]) L. Bellini. De morbis capitis. In der 1717 zu Leyden erschienenen Ausgabe der verschiedenen Abhandlungen Bellini's p. 536.

Einigermaſsen auffallend ist es, daſs Galen, welcher sich so vielfach mit Unterbindungen und Durchschneidungen motorischer Nerven beschäftigt hat, die Zuckungen in Folge dieser Einwirkungen nicht ausdrücklich erwähnt. Man kann den Grund dafür in zwei Umständen finden. Einmal mag Galen bei seinen Nervendurchschneidungen wohl zumeist die Muskeln nicht bloſsgelegt und sich in Folge davon nicht in günstiger Lage für die Beobachtung von Zuckungen befunden haben. Sodann war er durch die der Nervenunterbindung und Nervendurchschneidung folgende Lähmung zu der nahe liegenden Vorstellung geführt worden, daſs die Nerventhätigkeit in einem von dem Gehirn in die Nerven eintretenden Etwas bestehe, wodurch ihm wohl die vorurtheilsfreie, genaue Beobachtung beeinträchtigt wurde, und mit welcher Ansicht er etwa beobachtete, auf mechanische Reize eintretende Zuckungen nicht so zu vereinigen wuſste, wie uns dies heute geläufig ist. Uebrigens findet sich bei Galen[1]) eine Stelle, die, wenn man sie anfängt zu lesen, den Gedanken erwecken kann, als habe jener die Zuckung in Folge mechanischer Nervenreizung wirklich gesehen, sich aber, da sie seinen Vorstellungen über die Nerventhätigkeit nicht entsprach, bemüht, sich die Sache so zurecht zu legen, daſs sie in Einklang mit jenen kam. Liest man aber weiter, so kommt man davon ab.

Ich bin bei Nachforschungen über frühe Spuren von Zuckungen in Folge mechanischer Reize weder bei anderen Forschern des Alterthums, noch bei den Arabern, noch bei denen, welche in späteren Jahrhunderten die anatomisch-physiologischen Forschungen wieder in Fluſs brachten, vor dem 17. Jahrhundert auf ganz sichere Zeichen gestoſsen, aus denen zu schlieſsen wäre, daſs man die Zuckungen in Folge mechanischer Reize vor dieser Zeit zweifellos gesehen habe. Selbst in Büchern, die, wie die

[1]) Claudii Galeni opera omnia. Edit. cur. Kühn. Vol. I. p. 388.

Anatomie des Laurentius, den Zustand des physiologischen Wissens ihrer Zeit *zusammenfaßten*, oder in solchen, in denen die *Kritik* über frühere Leistungen besonders hervortritt, wie dies namentlich bei Argenterius der Fall ist, welchen die Geschichte der Medicin wegen seiner fortwährenden Angriffe auf Galen den „mordax in Galenum" nennt, und bei welchem wohl noch am wahrscheinlichsten eine Thatsache zu erwarten gewesen wäre, welche sich mit den Galen'schen Angaben über das Wesen des Innervationsvorganges nicht verträgt, sucht man vergeblich nach Versuchen der angedeuteten Art. Ohne Zweifel haben der Verlust von Gefühl und Bewegung in Gliedern mit durchschnittenen Nerven und die darauf basirte Vorstellung des Galen von dem Wesen des Innervationsvorganges die Gemüther befangen gehalten. Es gehörte eine in jeder Beziehung unbefangene Beobachtungsgabe dazu, frei von den Fesseln, die Galen durch Jahrhunderte hindurch den Physiologen angelegt hatte, die Folgen mechanischer Eingriffe allseitig vorurtheilsfrei zu beobachten.

Die Geschichte zeigt uns erst Swammerdam als wissenschaftlichen Entdecker der Muskelzuckung in Folge mechanischer Reize. Wie sogleich hier bemerkt werden mag, hat dieser Forscher auch zuerst die Zuckungen gesehen, welche durch chemische und thermische Reizung hervorgerufen werden können. In seiner Abhandlung: „*Versuche, die besondere Bewegung der Fleischstränge am Frosch betreffend, die überhaupt auf alle Bewegung der Fleischstränge an Menschen und Vieh kann gedeutet werden*"[1]), finden sich die folgenden fundamentalen Versuche:

---

[1]) Die Swammerdam'sche „Bibel der Natur", in welcher sich die im Text verzeichnete Abhandlung findet, war von ihrem Verf. nicht vollendet worden. Das Werk kam nach mancherlei Schicksalen in die Hände von H. Boerhaave. Dieser veranlaßte eine lateinische Uebersetzung durch Gaubius unter dem Titel: Biblia naturae sive historia insectarum in certas classes redacta. Leidae 1737—38. Dieses Buch wurde 1752 ins Deutsche, 1758 ins Englische und Französische übersetzt. Die

Wenn man an einem lebenden Thiere, z. B. einem Hunde, die Brust öffnet und den Zwerchfellsnerven mit beizendem Wasser bespritzt, so zieht sich das Zwerchfell zusammen. Diesen Versuch hat Swammerdam noch dahin abgeändert, dafs er ihn an einem und demselben Nerven in der Art wiederholte, dafs er mit den späteren Reizen immer weiter abwärts an dem Nerven rückte. Derselbe Versuch gelingt auch an anderen Nerven (Swammerdam nennt übrigens die Nerven noch sehr oft Sehnen) und an anderen Thieren: Vögeln, Fröschen und Fischen. Bei warmblütigen Thieren hält die Bewegung nicht so lange an, als bei kaltblütigen. Besonders ausführlich ist Swammerdam in der Beschreibung seiner an Froschnerven angestellten Versuche, von welchen besonders hervorzuheben ist, dafs er vom Froschkörper abgesonderte Muskeln mit ihren Nerven verwendet und zeigt, wie die mechanische

---

angezogene Abhandlung steht in der Deutschen Ausgabe auf Seite 329 ff. Das Jahr der im Text angegebenen *Entdeckungen* habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können. Man wird nicht viel irren, wenn man annimmt, dafs jene in den Anfang der 60er Jahre des 17. Jahrhunderts fallen; denn Steno erzählt S. 59 seiner 1667 erschienenen Myologie bei Gelegenheit der Mittheilung von an warmblütigen Thieren durch mechanische Nervenreizung erhaltenen Zuckungen, dafs ein Gleiches Swammerdam schon *vorher* an Fröschen beobachtet habe. Aufserdem sagt Swammerdam S. 329 der erwähnten Abhandlung, wo er der Versuche Steno's gedenkt, dafs dieser seine Versuche angestellt habe, nachdem er bei ihm, Swammerdam, ein sehr altes und bekanntes Experiment am Frosche gesehen habe. Es ist möglich, dafs die um 1670 von C. Commelin herausgegebenen Schriften des colleg. Amstelod., welche ich mir leider nicht habe verschaffen können, nähere Auskunft über die Zeit der fraglichen Entdeckung geben. Ebenso ist mir unbekannt geblieben, ob die Publikation der Versuche Swammerdam's zuerst in der Bibel der Natur, oder früher schon sonst wo geschehen ist. Nach der unten bei Bartholin gemachten Bemerkung möchte ich fast das letztere glauben. Ueber die falschen Darstellungen, welche die erwähnten und andere damit in Verbindung stehenden Versuche Swammerdam's durch Duméril erfahren haben, vergl. man: Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Electricität, Bd. I, S. 43, 1848.

Reizung der letzteren mittelst Durchschneidung mit Hilfe einer Scheere u. dgl. den Muskel in Zuckung versetzt. Auf Taf. 49 des citirten Werkes versinnlicht er diese Versuche auch durch Abbildungen, so dafs man eine vollkommen klare Vorstellung von der Art seines einfachen Arbeitens erhält. Schon hier mag, wie in der Geschichte der Entwickelung unserer Vorstellungen über das Wesen des Innervationsvorganges weiter darzustellen sein wird, bemerkt werden, wie diese Versuche über die künstliche Erregung der Zuckung den Galen'schen Vorstellungen über die Natur der Nerventhätigkeit ein sicheres Ende bereiteten und neue einführten.

Die Swammerdam'schen Versuche sind an verschiedenen Nerven vielfach wiederholt worden; es hat aber ziemlich lange gedauert, bis denselben etwas Wesentliches hinzugefügt worden ist. Meine Nachforschungen in dieser Beziehung haben die folgende Zusammenstellung ergeben:

Steno[1]) sah an sterbenden Hunden, sowohl beim Durchschneiden der zu den Vorderfüfsen gehenden Nerven, als auch beim Drücken von Nervenstümpfen, welche an abgetrennten Muskeln hingen, Zuckungen. Die Priorität der Entdeckung derartiger Bewegungen erkennt er ausdrücklich seinem Freunde Swammerdam zu.

Bartholin[2]) beobachtete bei verschiedenartigen Reizungen der Muskelnerven von Fröschen ein Gleiches und erwähnt als Besonderheit, dafs er noch eine Stunde und länger nach Entfernung des Kopfes und des Herzens diese Beobachtungen gemacht habe. Er gedenkt der Beobachtungen Swammerdam's nicht. Ich möchte aber glauben, dafs er sie gekannt hat, denn er erwähnt p. 86 jene Häufchen von kohlensaurem

---

[1]) Nicolai Stenonis elementorum Myologiae specimen etc. Florentinae 1667. p. 59.

[2]) C. Th. F. Bartholinus. De nervorum usu in motu musculorum epistola ad cl. v. Oligerum Jacobaeum, in: Oligeri Jacobaei de ranis observationes. Parisiis 1676 p. 89.

Kalk, welche sich am Ausgang der Froschnerven aus ihren Intervertebrallöchern finden, und welche Swammerdam in derselben Abhandlung beschreibt, die vorher citirt wurde.

Langelott[1]) sah an todten Hunden, dafs auf Kneipen der Nerven sich die Muskeln zusammenzogen.

Diese Beobachtungen gingen auch bald über in gröfsere Darstellungen über physiologische Gegenstände[2]), wobei jedoch zu bemerken, dafs Swammerdam's Name nicht immer nach Gebühr hervortritt. Sie verbreiteten sich auf diese Weise ziemlich rasch, und man kann sagen, dafs gegen Ende des 17. Jahrhunderts es schon eine kaum noch bestrittene Lehre war, dafs durch mechanische Reizung der Muskelnerven die Thätigkeit derselben rege gemacht werden könne. Baglivi[3]) z. B. spricht sich um diese Zeit in einem Tone aus, welcher diese Annahme zulässig macht. Trotz dieses bereits sichern Erwerbs ist die neurologische Literatur des 18. Jahrhunderts noch vielfach mit Mittheilungen von Versuchen der beschriebenen Art ausgeschmückt. Für die Ausführung vieler derselben sieht man keinen rechten Grund ein, nur wenige bieten ein neues, bemerkenswerthes Moment.

Du Verney[4]) zeigte in der franz. Academie der Wissenschaften die Zuckungen von Froschmuskeln bei mechanischer Reizung ihrer Nerven. Der Bericht darüber schweigt davon, dafs schon 40 Jahre vorher Swammerdam solche Versuche ausgeführt habe. Wenn auch damals dessen Bibel der Natur noch nicht herausgegeben war, so hätte man doch aus Steno's Myologie und auch auf andere Weise davon Kenntnifs haben

[1]) Langelott. Exercitatio anatomico-medica, de fabrica et usu cordis. Praeside Pechlino. Kiloni 1676. p. 13.

[2]) z. B. Bohn. Circulus anatomico-physiologicus. Lipsiae 1686. p. 458.

[3]) G. Baglivi. De fibra motrici et morbosa lib. I. cap. V. Perouse 1700.

[4]) Histoire de l'académie Royale des sciences. 1700. p. 40.

können. Aber noch mehr! Aus der von H. Boerhaave[1]) gelieferten Lebensbeschreibung Swammerdam's ist zu ersehen, dafs sich Swammerdam's Handschriften eine geraume Zeit in den Händen des Anatomen du Verney befanden. Ist dieser identisch mit dem Herrn du Verney, dessen Demonstration ich eben bespreche? Im Bejahungsfalle ist es mehr, denn räthselhaft, weshalb dabei der Name Swammerdam's verschwiegen bleibt. Ein wirkliches Mifstrauen gegen du Verney auszusprechen mufs ich jedoch auch noch deshalb unterlassen, weil ich nicht sicher die Zeit feststellen kann, wann und wie lange Swammerdam's Schriften in du Verney's Händen waren.

Petit[2]) reizte an zuvor getödteten Hunden durch Kneifen den Phrenicus und sah in Folge davon Bewegungen des Zwerchfells. Als besonders bemerkenswerth hebt er hervor, dafs sich dieselbe Reizung auch an einem vorher durchschnittenen Phrenicus unterhalb der Trennungsstelle wirksam erweise und ferner, dafs die Reizung erfolglos sei bei Hunden, welchen man gröfsere Dosen, 12 Drachmen, von Salmiakgeist beigebracht habe. Er reizte in gleicher Weise und mit gleichem Erfolg auch den Ischiadicus. Auch dieser Forscher nimmt keine ausdrückliche Beziehung weder auf Swammerdam, noch auf diejenigen Forscher, welche dessen Versuche bestätigt hatten, was um so auffälliger ist, als er sich bei Gelegenheit dieser Versuche mit der Frage nach dem Wesen der Nerventhätigkeit beschäftigt, welche doch durch Swammerdam's Versuche in ein ganz neues Stadium getreten und von diesem besonders erörtert worden war. Ich kann mir dies nicht anders erklären, als dafs ich annehme, es sei von Swammerdam's Versuchen kaum mehr, als die kurze Notiz, welche sich bei Steno findet, bis zu dieser Zeit in die

[1]) S. IX. der 1752 in Leipzig erschienenen Deutschen Ausgabe.

[2]) Lettres d'un médecin des hôpitaux du Roy à un autre médecin de ses amis. Namur 1710. p. 21 seqq.

Oeffentlichkeit gedrungen, obschon dies nicht ganz befriedigend mit Dem stimmt, was ich vorher bei Bartholin angemerkt habe.

Stockhausen[1]) beobachtete die Zuckung bei mechanischer Reizung des n. phrenicus und n. ischiadicus. So viel ich sehe, ist er Derjenige, welcher zuerst anmerkt, dafs beim Unterbinden der Nerven, vor der Paralyse der Muskeln in diesen sich ein Zittern zeigt, welches augenscheinlich dem bei der Unterbindung durch diese ausgeübten Reiz entspricht; doch hebt er diesen Umstand nicht besonders hervor. Die frühern Beobachter gehen über diesen Punkt entweder einfach hinweg, oder sprechen, wie Caesalpin, ausdrücklich von dem Fehlen der Zuckung durch diese Procedur.

Kaau Boerhaave[2]) scheint die oben erwähnte Beobachtung von Stockhausen nicht gekannt zu haben; denn er trägt einen gleichen Versuch so vor, dafs man glauben mufs, er sei der Entdecker derselben. In sofern ist er es auch, als er sich bewufst ist, dafs das Unterbinden dem Durchschneiden gleich zu achten ist, was bei Stockhausen nicht scharf hervortritt. Er betont aufserdem, dafs die mechanische Reizung des Phrenicus *abwärts* von der Unterbindungsstelle Zuckung gebe. Er mufs die analoge Angabe von Petit ebenfalls nicht gekannt haben; ein absichtliches Verschweigen derselben ist von ihm nicht anzunehmen, da er ausdrücklich der Angabe Swammerdam's gedenkt, dafs die mechanische Reizung von Nerven vom Körper abgetrennter Nervmuskelpräparate Muskelzuckung gibt. Da die lateinische Ausgabe von Swammerdam's Bibel durch Gaubius 1737—38 erschienen ist, so kennt er Swammerdam's Beobachtungen in extenso.

---

[1]) Stockhausen. Dissertatio medica inauguralis. De nervis. Traj. Rhen. 1725. p. 28.

[2]) Kaau Boerhaave. Impetum faciens dictum Hippocrati per corpus consentiens philologice et physiologice illustratum observationibus et experimentis passim firmatur auctore Abrahamo Kaau Boerhaave. Lugd. Bat. 1745. p. 224, 230, 231.

Mit dem Auftreten der Irritabilitätslehre und den Verhandlungen über dieselbe mehren sich noch die Angaben über die Zuckungen durch mechanische Reize.

Unwichtig, weil nur längst Bekanntes bestätigend, sind die Versuche von Zimmerman[1]). Derselbe reizte, nicht immer ist die Art der Reizung angegeben, die Cruralnerven von Fröschen, sowie den n. medianus und n. phrenicus von Hunden. Er erwähnt besonders die schon von Swammerdam und Anderen angegebene längere Leistungsfähigkeit der Froschnerven, gegenüber den von Warmblütern.

Dagegen finden sich in einer Arbeit von Öder[2]) mehre bemerkenswerthe Angaben. Die eine ist die Beobachtung, daſs ein mechanisch gereizter Nerv nur diejenigen Muskeln in Bewegung versetze, welche von demselben Nervenfasern erhalten, nicht aber auch solche, welche ihre Nervenfäden anderswoher beziehen; allerdings ein Punkt, von dem auch schon Swammerdam gesprochen hatte. Die andere sagt aus, daſs eine Stelle des Nerven, welche bereits mechanisch gereizt worden ist, bei einer nachfolgenden zweiten und dritten Reizung keinen Erfolg mehr gibt, während abwärts von einer solchen Stelle gelegene Punkte noch mit positivem Erfolg gereizt werden können. Dieser Forscher theilt auch noch einige andere Thatsachen über die mechanische Reizung der Nerven mit; sie enthalten aber nichts Neues. Zahlreiche Versuche stellte A. v. Haller[3]) an. Es läſst sich aber aus seinen Beobachtungen auſser der Bestätigung der Angaben ihm vorangehender Forscher und insbesondere

---

[1]) Zimmerman. Dissertatio physiologica de irritabilitate. Gott. 1751.

[2]) Öder. De irritabilitate. Copenhag. 1752. Citirt und auszugsweise mitgetheilt in Haller's Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne 1760. T. II. p. 55. Das Original habe ich mir nicht verschaffen können.

[3]) Haller. Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. T. I. Lausanne 1756. p. 236.

auch einiger Angaben von Öder als neu nur die eine bemerkenswerthe Angabe herausschreiben, dafs bei allen Reizungen der Muskelnerven an diesen selbst sich nicht die mindeste Bewegung und insbesondere auch keine Verkürzung derselben wahrnehmen lasse, selbst nicht bei Beobachtungen mit Loupe und Maafsstab. Nach einer Angabe von Haller hat auch Zinn diese Beobachtung gemacht. Ihre Richtigkeit wurde ausdrücklich von Caldani[1]) bestätigt.

Fontana[2]) lehrte, dafs man einen Nerven mechanisch reizen könne, ohne Muskelzuckungen zu erregen, und zwar könne dies geschehen einerseits durch sehr allmählich wirkenden Druck, andererseits durch eine sehr rasch vorübergehende Einwirkung, wie z. B. durch rasches Durchschneiden mit einem sehr scharfen Messer, oder durch einen einzigen Hammerschlag. Den negativen Erfolg im zweiten Falle leitet F. davon ab, dafs die dem Nerven ertheilte Einwirkung so schnell geschehe, dafs sie keine Zeit finde, sich den Nerventheilchen vollkommen mitzutheilen, und er vergleicht denselben mit mehren bekannten physikalischen Erscheinungen. Dabei bemerkt er jedoch, dafs diese Versuche nicht leicht und nicht oft gelingen.

Diesen älteren Angaben sind nun noch diejenigen Fortschritte zuzufügen, welche die Zuckung erregende, mechanische Reizung der Nerven in unserem Jahrhundert gemacht hat.

Gewisse Forschungen auf dem Gebiete der Muskel- und Nervenphysiologie liefsen es wünschenswerth erscheinen, der mechanischen Rei-

---

[1]) M. A. Caldani. Sull' insensitività, ed irritabilità di alcune parti degli animali. p. 330 des 1. Bdes von Fabri: Sulla insensitività ed irritabilità Halleriana opuscoli di varj autori. Bologna 1757. Dieselbe Abhandlung findet sich auch französisch im III. Bd. der Hallerschen Mémoires etc. p. 1.

[2]) F. Fontana. Ricerche filosofiche sopra la fisica animale. Firenze 1775. p. 173 seqq. Dieses Werk ist nebst Auszügen aus dem Werke: Traité sur le venin de la vipère desselben Verfassers 1785 von Hebenstreit ins Deutsche übersetzt worden. Die Versuche, um welche es sich hier handelt, finden sich S. 141 ff.



zung eine solche Form zu geben, daſs sie eine Reihe zum Tetanus verschmelzender Zuckungen erzeuge. Dieses Bedürfniſs drängte sich zuerst Du Bois-Reymond[1]) auf bei seinen Untersuchungen über die negative Schwankung des Muskelstromes im Tetanus des Muskels. Er wandte, nachdem er ein Zerhacken des auf einer Glasplatte liegenden Nerven mittelst eines Scalpellstieles nicht sehr zweckmäſsig befunden hatte, ein Zahnrädchen an, welches er an dessen Drehaxe über eine Strecke des Nerven, der auf einer Korkplatte mit einem Ende befestigt war, diesen quetschend, hinrollte.

Heidenhain[2]) griff zu einer anderen Methode der Wiederholung mechanischer Reizung und construirte ein besonderes Instrument, welchem er den Namen *Tetanomotor* gab. Er hat diesen in zwei Formen ausgeführt, die in den beistehenden Citaten nachzusehen sind. Bei dieser Gelegenheit spricht es der Erfinder des Tetanomotor als wahrscheinlich aus, daſs die Erregung des Innervationsvorganges durch mechanische Einwirkung auf den Wellen beruhe, welche dieselbe in dem zähflüssigen Inhalt errege, und welche Wellen ihrerseits den Zuckungen erregenden Vorgang einleiten sollen, so daſs durch jene Einwirkung an der Structur des Nerven im Wesentlichen Nichts geändert würde. Er schien diese Vorstellung deshalb zu betonen, weil aus Öder's und Anderer Versuchen abgeleitet werden konnte, daſs die mechanische Erregung des Nerven stets von einer Zerstörung der Structur desselben begleitet sei, so daſs diese etwa Bedingung zur Zuckung sei.

---

[1]) E. Du Bois-Reymond. Untersuchungen über thierische Electricität. Bd. II, 1849. S. 517.

[2]) R. Heidenhain. Neue Methode, den Nerven auf mechanischem Wege zu tetanisiren. Dessen physiologische Studien. Berlin 1856. S. 127 und : Ein mechanischer Tetanomotor für Vivisectionen. J. Moleschott : Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Band IV, 1858, S. 124.

Ich selbst habe einmal die mechanische Reizung beim Studium eines ganz anderen Gegenstandes angewandt. Es ist mir aber nicht im Entferntesten in den Sinn gekommen, dabei *Studien* über *mechanische Nervenreizung* zu machen. Dies führe ich an, um dabei zu bemerken, dafs kein Grund vorhanden war, mich darüber so wegwerfend zu citiren, als Herr Tigerstedt[1]) dies gethan. Er hätte mit gleichem Rechte in gleicher Art viele andere Physiologen citiren können, die gelegentlich einmal bei irgend einer physiologischen Untersuchung nebenbei zu einer unvollkommnen Form mechanischer Nervenreizung gegriffen haben. Der Werth eines Verfahrens bemifst sich nach dem Zweck, den man dadurch erreichen will, so dafs jenes für den einen Fall ausreichend, für den anderen aber ganz ungenügend sein kann.

Von Bernstein[2]) wurde folgende Eigenthümlichkeit der mechanischen Reizung untersucht. Dieser Forscher beschäftigte sich mit den Ermüdungszuständen des Nervmuskelpräparates in Folge seiner Thätigkeit. Nachdem er festgesetzt hatte, dafs der Muskel viel früher als der Nerv ermüdet, stellte er doch die stets eintretende Ermüdung im Nerven fest und suchte sich über die Erholung desselben aufzuklären. Dabei ermüdete er den Nerven durch electrische und *mechanische* Reize, welche letztere in einfachem Klopfen des Nerven mit einem Messerrücken bestanden. Bernstein ist der Ansicht, dafs die Erholung des durch mechanische Reizung ermüdeten Nerven sich im Allgemeinen in derselben Weise vollziehe, wie die eines Nerven, der vorher durch electrische Reize ermüdet worden ist, also so, dafs sich der ermüdete Nerv erst mit zunehmender, dann mit abnehmender Schnelligkeit erholt.

[1]) G. Tigerstedt. Studien über mechanische Nervenreizung. 1. Abth. 1880. S. 20. Diese Schrift ist Uebersetzung des in T. IX. der acta soc. scient. Fennicae stehenden Originals.

[2]) J. Bernstein. Ueber die Ermüdung und Erholung der Nerven. Pflüger. Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XV. S. 289. 305.

Einige andere beobachtenswerthe Eigenthümlichkeiten der Zuckungen gebenden mechanischen Nervenreizung gab Wundt[1]) an. Er reizte den Nerven mittelst eines electro-magnetischen Fallhammers. Es waren folgende : Mit geringen Gewichten kann man, wenn man sie mehrmals hinter einander von derselben Höhe herabfallen läſst, nahezu gleich groſse Zuckungen erhalten. Nach einer Zuckung gebenden mechanischen Reizung bleibt für kurze Zeit in der Regel eine erhöhte Reizbarkeit zurück, zuweilen kommen aber auch Hemmungserscheinungen vor. Die Beweisführung für diese Behauptung dürfte indeſs nicht Jedermann vollständig ausreichend erscheinen, um so mehr, als jene, in Verbindung mit einer anderen, später zu erwähnenden Angabe zur Ableitung der wichtigen Behauptung benutzt wird, daſs die mechanische Reizung vollständig dem gewöhnlichen Verlauf der Erregung unter der negativen Electrode des constanten Stromes gleiche.

Den wichtigsten Beitrag zur mechanischen Reizung der motorischen Nerven lieferte aus neuerer Zeit Tigerstedt[2]). Die Beschreibung seiner Apparate und der von ihm befolgten Methode, auf deren Ausbildung besonderer Fleiſs verwandt worden ist, sehe man im Original. Von den erhaltenen Resultaten sind die folgenden hervorzuheben :

1. Die schon vor ihm mehrfach gemachte Angabe, daſs der motorische Nerv eine gröſsere Anzahl mechanischer Reize ohne dabei wesentlich an Leistungsfähigkeit einzubüſsen, erträgt, sicherte er besonders, indem er nachwies, daſs bei von einer Höhe von 1—20 mm fallenden 0,485 Grms. man 30—40 mal Zuckungen bis zu 4 mm Höhe erhalten kann, wenn man nur dem Nerven zwischen den einzelnen Versuchen 3—5 Min. Ruhe gönnt und ihn vor besonderen Schädlichkeiten schützt[3]).

---

[1]) W. Wundt. Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren. 1. Abth. 1871. S. 198 ff.

[2]) Siehe Titel der Arbeit auf S. 57.

[3]) l. c. S. 32.

2. Auch rascher aufeinanderfolgende Reize werden ohne Verminderung der Zuckungshöhe innerhalb gewisser Grenzen ertragen, und dabei beobachtet man bisweilen, dafs die späteren Zuckungen höher ausfallen, als die ersteren. Auf diese Eigenthümlichkeit ist noch einmal zurückzukommen, wenn von der Geschichte derjenigen mechanischen Einwirkungen die Rede sein wird, welche keine Zuckung geben.

3. Durch einen einzigen mechanischen Stofs werden im Allgemeinen keine stärkeren Nervenprocesse ausgelöst, als durch einen einzelnen electrischen Reiz, denn jener bringt stets nur eine einzelne Muskelbewegung hervor.

4. Wenn ein Nerv wiederholt mechanisch so lange gereizt worden ist, dafs er gegenüber weiteren Reizen dieser Art nicht mehr, oder nur sehr geringfügig reagirt, so stellt eine Benetzung der gereizten Stelle mit Wasser bald die frühere Leistungsfähigkeit wieder her.

5. Die Irritabilität für mechanische Reize ist an jedem Punkte der Nerven gleich grofs.

6. Aus dem Vergleiche der Reizgröfse, welche den Nerven trifft, mit der Arbeit, welche der Muskel durch dieselbe hervorbringt, kommt er, wie das auch für die electrische Reizung bereits vorher angenommen wurde, zu der Ansicht, dafs der gereizte Nerv im Muskel vorhandene Spannkräfte nur einfach auslöfst.

Später hat Tigerstedt [1]) mit Hilfe mechanischer Erregung die Erregbarkeitsveränderungen untersucht, welche ein galvanischer Strom im Nerven hervorbringt. Diese Untersuchungen werden aber zweckmäfsiger in einer

---

[1]) Tigerstedt. Mittheilungen vom physiologischen Laboratorium des Carolinischen medico-chirurgischen Instituts in Stockholm. Herausg. von Lovén. 1. Heft. 1882. S. 1 ff.

anderen Abtheilung der Geschichte der Nervenphysiologie erwähnt. Doch ist hier noch darauf aufmerksam zu machen, daſs T. noch einen anderen Apparat für mechanische Nervenreizung zusammengesetzt hat [1]).

Gegen die von Tigerstedt benutzte Methode machte Hällstén [2]) einige Bedenken geltend und bediente sich eines anderen Apparates, mit dessen Hilfe er einige der bei anderen Reizungsarten des Nerven für diesen gefundene Eigenschaften bewies.

Ich komme nun zur Geschichte derjenigen mechanischen Einwirkungen auf die Muskelnerven, welche zwar keine Zuckungen geben, aber doch den Erfolg haben, daſs sie einen Einfluſs auf anderweitig erzeugte Innervationsvorgänge ausüben. Die älteste Nachricht über diese Art von Versuchen findet sich bei Rufus von Ephesus. In seiner Abhandlung über die *Bezeichnungen der Theile des Körpers* giebt er an, daſs man zu seiner Zeit gewuſst habe, daſs durch die Compression der neben den Carotiden liegenden Nerven Stimmlosigkeit erzeugt werden könne [3]). Weitere Erläuterungen zu diesem Versuche finden sich daselbst nicht vor; auch ist aus seiner kurzen Mittheilung nicht zu ersehen, wer der eigentliche Urheber dieser Erfahrung ist. In etwas veränderter Form und mit bestimmten Vorstellungen verknüpft erscheint dieser Versuch wieder bei Galen. Auch wurde jener von diesem Forscher auf andere Nerven ausgedehnt, so daſs Galen

---

[1]) R. Tigerstedt. En ny metod för mekanisk retning af nerver. A. Key. Nordiskt medicinskt Arkiv. XIII. B. 2. H. 1881. Nr. 12.

[2]) Hällstén. Studier i väfnadselementens fysiologi III. Till Kännedomen om mekanisk retning af nerver. Key. Nordiskt medicinskt Arkiv. Bd. XIII. 1881. Nr. 6 und in Braune, His etc., Archiv für Anat. u. Phys. Physiol. Abth. 1881. S. 90.

[3]) Oeuvres de Rufus d'Éphèse, texte collationné sur les manuscripts traduits pour la première fois en Français avec une introduction. Publication commencée par le Dr. Ch. Daremberg, continuée et terminée par Ch. Emile Ruelle. Paris 1879. p. 163.

als der erste wissenschaftliche Forscher auf diesem Versuchsgebiete zu betrachten ist, welchem in seinen ersten Anfängen die doppelte Bedeutung zukommt, dafs es eine erste allgemeine experimentelle Eigenschaft der Nerven aufgeschlossen, durch welche man dieselben von Gebilden ähnlichen äufseren Ansehens, den heutigen Sehnen, sicher unterscheiden lernte, und dafs dasselbe zugleich zu einer ersten bestimmten, wenn auch unrichtigen Vorstellung über das Wesen der Nerventhätigkeit geführt hat. Ich stelle die einzelnen bei Galen über diese Angelegenheit vorkommenden Stellen zusammen. Abgesehen von den öfters bei diesem Physiologen sich findenden kurzen Versicherungen, dafs Durchschneiden und Unterbinden der Nerven Gefühl und Bewegung aufheben, so ist auf folgende etwas ausführlichere Stellen zu verweisen :

1. Zwei derselben beziehen sich auf den Vagusstamm und den nervus recurrens. Aus denselben geht hervor, dafs dem Galen[1]) die Stimmlosigkeit von Thieren bekannt war, deren Vagi oder deren nn. recurrentes unterbunden oder durchschnitten worden sind. Er läfst zwar in seiner Darstellung nicht ausdrücklich hervortreten, dafs der erste Theil dieser Kenntnifs schon vor ihm bekannt war; da er aber erwähnt, dafs die Vagi seinen Lehrern bereits bekannt gewesen seien, so läfst sich annehmen, dafs ihm die aus der Zeit des Rufus stammende Kenntnifs von der Function des Vagusstammes nicht fremd gewesen ist. Den anderen Theil seiner Einsicht hat er augenscheinlich sich selbst erworben, da vor ihm die nn. recurrentes nicht bekannt waren.

2. Nachdem er die anatomische Zusammensetzung der Zwerchfellsnerven bei Schweinen und Affen beschrieben hat, fährt er fort : Porro, omnibus ipsis incisis, diaphragma motus fit expers und fügt hinzu : Pari modo, si

[1]) Galen. De locis affectis; lib. I. cap. VI. p. 52, 53 des Vol. VIII und de anatomicis administrat. lib. VIII. cap. 5. p. 675 des Vol. II. der Kühn'schen Ausgabe der Werke des Galen.

musculorum singulorum ex cervice ad thoracem descendentium, qui sex numero habentur, nervos affeceris, actionem vitias[1]). Hier dehnt er den vorher an den Vagi und den nn. recurrentes geübten Versuch auf andere motorische Nerven aus.

3. In einer anderen Stelle[2]), welche ich wegen ihrer Länge hier nicht wörtlich hersetzen kann, spricht Galen ausführlich davon, wie er durch Unterbindung und Lösen, was er an den *Intercostalnerven* ausführte, Thiere bald stimmlos, bald stimmgebend gemacht habe. Diese Versuche sind insofern von Wichtigkeit, als sie zu beweisen scheinen, daſs man durch Druck auf die Nerven die Nerventhätigkeit in diesen zeitweise hemmen und durch Aufheben desselben wieder herstellen könne. In diesem Sinne hat sie auch E. H. Weber[3]) vor Jahren citirt. Soweit ich aber den Sinn dieser Stelle ausmachen kann, muſs hier etwas nicht ganz in Ordnung sein. In derselben ist nämlich, sowohl der Bezeichnung, als auch der ausführlichen Beschreibung gemäſs[4]), von den *Intercostalnerven*, nicht dem Vagus oder seinen Stimmnerven, als Gegenstand des Experiments die Rede, und ich verstehe nicht, wie eine Unterbindung dieser Nerven die Stimme soll aufheben und eine Lösung derselben sie soll wieder herstellen können, in dem Sinne, welchen Weber meint. Es ist mir nicht bekannt, daſs diese Versuche später in der Nervenphysiologie jemals wieder aufgenommen worden wären. Ich fürchte, daſs wir es hier mit ungenauen Beobachtungen zu thun haben, indem das abwechselnde Schreien und Stummsein der Thiere mit der jeweiligen Reizung oder ihrem Fehlen an den *empfindlichen* Intercostalnerven in Verbindung zu bringen ist. Allerdings

---

[1]) Galen. De anat. administr. lib. VIII. cap. VIII. Vol. II. p. 692 d. K. A.

[2]) ibid. lib. VIII. cap. IV. p. 669 seqq. Tom. II d. K. A.

[3]) E. H. Weber. Tastsinn und Gemeingefühl. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. III. 2. S. 501. 1846.

[4]) wozu auch noch zu vergleichen : Vol. II. p. 675. cap. V d. K. A.

entsprechen die von Galen angegebenen Zeiten des Schreiens und Schweigens nicht den Zeiten der Reize und der Abwesenheit derselben. Aber dies könnte eben auf ungenaue Beobachtungen zu beziehen sein. Wie dem aber auch sei; ich glaube, sie sind nicht zu gebrauchen, um mit E. H. Weber aus ihnen abzuleiten, daſs Galen mit der *Thatsache* bekannt gewesen sei, daſs die Fortpflanzung der Innervation durch Druck und Unterbindung der Nerven aufgehoben und nach *Entfernung* derselben wieder *hergestellt* werden könne. Galen hat augenscheinlich diese *Ansicht* von der Innervation gehabt, aber man darf die citirten Versuche nicht als Beweis für die Richtigkeit derselben ansehen. Ob er jemals die für diese Ansicht sprechenden und insbesondere ihm nahe liegenden Versuche an den Vagi oder den nn. recurrentes ausgeführt habe, dafür kann ich kein ganz bestimmt lautendes Citat beibringen. In wie weit diese Ansicht überhaupt zu erweisen ist, darauf haben wir weiter unten zurückzukommen. Auffallend ist, daſs weder Weber noch Daremberg[1]), welcher letzterer die fragliche Stelle zum Theil übersetzt hat, keinen Anstoſs an derselben genommen haben.

4. Endlich ist noch auf eine Aeuſserung in der Abhandlung über die Bewegung der Muskeln aufmerksam zu machen. In dieser spricht er *allgemein* von den Bewegungs-, gleichzeitig auch von den Empfindungsnerven und sagt, daſs Durchschneidung, Druck, Contusion, Ligatur etc. der Nerven Bewegung und Empfindung unterhalb der miſshandelten Stelle aufheben. Desgleichen zieht er hier den allgemeinen Schluſs, daſs die Nerven die Rolle von Wegen spielen, auf denen sie die aus dem Gehirn als einer gemeinsamen Quelle bezogenen Kräfte zu den Muskeln führen[2]).

---

[1]) Ch. V. Daremberg. Exposition des connaissances de Galien sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris 1841. p. 84.

[2]) Galen. De motu musculorum; lib. I. T. IV. p. 367 d. K. A.

Seit Galen sind die Versuche über das Verhalten der Innervation an durchschnittenen und unterbundenen Nerven unzählige Mal wiederholt worden. Bei vielen einzelnen derselben ist kein Zweck der Wiederholung ersichtlich. Diese übergehe ich entweder ganz, oder merke sie nur im Vorbeigehen an.

Vesal[1]), welcher an Gliedernerven, dem Vagus und den nn. recurrentes von Hunden und Schweinen experimentirte, giebt bestimmt an, daſs, wenn er die Muskeln durch Unterbindung der bezüglichen Nerven gelähmt hatte, nach Lösung des Bandes die vorher verschwundenen Bewegungen und die Stimme wiederkehrten. Er ist aber bei der Angabe dieser Versuche kurz und giebt nichts Näheres über die Zeit an, innerhalb deren die Wiederkehr der Nerven zu ihrer Function stattfand. Daſs derselbe bei den Versuchen am Vagus nicht erwähnt, ob schon vor ihm Anlegung und *Lösung* der Ligatur an diesem Nerven versucht worden seien, unterstützt mich in der vorher angedeuteten Ansicht, daſs Galen die *Lösung* der Ligatur am *Vagus* nicht versucht habe; denn es hat wohl kein Anatom den Galen gründlicher studirt, als Vesal. Beiläufig bemerkt, findet sich am citirten Ort die *erste*, mir bis jetzt überhaupt bekannt gewordene Abbildung von einem zu einer Vivisection vorbereiteten Thier.

Dem Valsalva[2]) gelang es nicht, an Hunden mit unterbundenen Vagis nach Lösung des Bandes die Stimme wiederkehren zu sehen. Es finden sich aber in den Schriften der Anatomen und Physiologen des 17. und aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts viele Angaben, welche dem

[1]) Andreae Vesalii de hum. corporis fabrica libri septem. Basileae 1542. p. 819, 823.

[2]) Valsalva erwähnt dies nicht, wie es wohl bisweilen angegeben wird, in cap. V, VIII seines Tractatus de aure humana (ich habe die 1740 durch Morgagni besorgte Ausgabe benutzt), sondern Morgagni sagt, daſs er es in ejus scriptis, womit wohl die hinterlassenen Papiere des Valsalva gemeint sind, gefunden habe. Cfr. J. B. Morgagni. Epistolae anatomicae. Venetiis 1740, epist. XIII. p. 504 et seqq.

von Valsalva angegebenen Resultate nicht zustimmen, sondern sich auf die Seite Vesal's stellen, wenn sie auch nicht immer bei dieser Parteistellung den Vesal ausdrücklich nennen. Die bezüglichen Versuche sind, wie die Vesal's, theils am Vagus, theils an Gliedernerven angestellt worden. Auf alle diese Differenzen ist Morgagni in seiner 13. Epistel mit Hinweisung auf die hierher gehörigen Literaturangaben ausführlich eingegangen, auf welche Darstellung ich hier verweise und aus ihr nur hervorhebe, daſs Morgagni den Unterschied zwischen den Erfahrungen Vesal's und dessen Anhängern einerseits und denjenigen Valsalva's, welchen er seine eignen als in demselben Sinne sprechend zufügt, andererseits durch die Ansicht zu erläutern sucht, welche schon Galen bei Gelegenheit seiner oben erwähnten zweifelhaften Versuche ausgesprochen hatte, daſs nämlich die Rückkehr eines umschnürten Nerven zu seiner früheren Function von der Art der Umschnürung abhänge, indem zu heftige Umschnürungen den Nerven so sehr verletzten, daſs er seine Function nicht wieder aufnehmen könne; nur bei mäſsigen Umschnürungen geschehe dies und zwar so, daſs nach Lösung des Bandes sich die Function nicht sofort, sondern erst ein wenig nachher bemerkbar mache.[1]

Ehe ich in der Geschichte der Nervenunterbindungen und was damit zusammenhängt weiter vorschreite, will ich, um keine der geschichtlich aufgetretenen Ideen über diese Angelegenheit zu übergehen, hier noch die Bemerkung einschalten, daſs der Erfolg der Unterbindung der Bewegungsnerven nicht ausnahmslos so aufgefaſst worden ist, wie es von den bereits erwähnten und noch weiter anzuführenden Forschern geschehen

[1]) Die von Morgagni besprochenen Versuche haben selbstverständlich noch ein an die specielle Physiologie des Vagus sich knüpfendes Interesse, und werden dieselben daher bei diesem Nerven noch einmal zur Sprache kommen.

ist. Stuart[1]) nämlich erläuterte die nach der Unterbindung der Muskelnerven auftretende Lähmung in anderer und zwar der folgenden Weise. Er setzte in die Organe, in welchen sich die Nerven verbreiten, eine Art Gehirn, welches zu seiner Function erst durch seine Verbindung mit dem Schädelhirn mittelst der Nerven fähig werde, indem von dem letzteren Gehirn fortwährend ein Fluidum zu jenem, so zu sagen Organgehirn, sich begebe. Die Unterbindung der Nerven hebe diesen Zuflufs auf und damit auch die Function des Organgehirns. Unter der Voraussetzung, dafs ich Stuart richtig verstehe, führt seine Erklärungsweise doch immer wieder zur Vorstellung eines vom Schädelhirn in die Nerven fliefsenden Etwas zurück.

Nach Morgagni sind im vorigen Jahrhundert noch mehrfach Durchschneidungen und Unterbindungen der motorischen Nerven ausgeführt worden. Aufserdem wurden diese Versuche noch durch anderweitig ins Werk gesetzte Drücke auf den Nerven modificirt. Es ist nachzuforschen, welche specielle Interessen sich an die Fortsetzung dieser Versuche knüpften. Das Studium der Literatur jener Zeit ergiebt, dafs die Veranlassung dazu die verschiedenen Angaben über das Wesen und die Eigenschaften der Nerventhätigkeit waren, die von verschiedenen Seiten her gemacht wurden. Die Würdigung einzelner derselben, insoweit sie factisch damals geschehen ist, hätte meiner Meinung nach besonderer Versuche in der angedeuteten Art nicht bedurft, sondern hätte in derselben Weise mit den bereits bekannten Erfahrungen ausgeführt werden können. Es scheint mir, als ob die Kritik solcher Ansichten nur deshalb zu erneuten Versuchen geschritten wäre, um die von ihr benutzten Thatsachen als aus eigener Anschauung hervorgegangen lebendig und eindringlich

---

[1]) Stuart. Dissertatio de structura et motu musculari. Londini 1738. cap. V.

vorbringen zu können. Ein anderer Theil jener Ansichten verlangte allerdings neue experimentelle Erfahrungen. Ich erwähne nun zuerst die Versuche Brunn's [1]). Es wurden dieselben von ihrem Autor vorzugsweise dazu benutzt, um die Unzulässigkeit der Hypothesen von Simson und Whytt darzuthun. Der erstere hatte bekanntlich der schon vor ihm aufgetauchten Annahme besonderen Ausdruck verliehen, daſs die Nerven nur vasa nutricia und das Gehirn ein receptaculum succi nutricii sei, der andere die Meinung aufgestellt, daſs die Seele im ganzen Körper zerstreut sei und überall unmittelbar wirke. Da Brunn bei der Bekämpfung dieser Lehren kein *neues* experimentelles Material über die Folgen mechanischer Einwirkungen auf die Nerven dem bis dahin bekannten zugefügt hat, und auſserdem Simson's und Whytt's Ansichten in der Geschichte über das Wesen des Innervationsvorganges ihre genauere Darstellung und Würdigung erfahren werden, so ist hier ein näheres Eingehen auf diesen Punkt nicht nöthig. Eine andere Lehre, welche Brunn zur Sprache bringt, ist die über die *Natur* des dem Innervationsvorgang zu Grunde liegenden Nervenfluidums, welches damals trotz der oben besprochenen Versuche Swammerdam's und Anderer noch nicht hinreichend beseitigt war. Molinetti und Willis hatten nämlich von dem Nervenfluidum behauptet, daſs es materieller Art sei, und daſs dies dadurch bewiesen werde, daſs unterbundene Nerven an der Stelle der Unterbindung eine Anschwellung zeigten. Auf das etwaige Vorkommen einer solchen achtete nun Brunn besonders, und indem er Nichts davon wahrnahm und die von jenen beiden Forschern gemachten Beobachtungen als die Folgen der durch die Unterbindung verletzten, feinen,

[1]) J. H. a Brunn. Experimenta quaedam circa ligaturas nervorum in vivis animalibus instituta. Goettingae 1753. Abgedruckt in T. II. 1792 der von C. F. Ludwig herausgegebenen Scriptores neurologici minores selecti. p. 271.

die Nerven umspinnenden Gefäße erklärte, sicherte er die erwähnte negative Eigenschaft unterbundener Nerven, ein Punkt, welcher als neue Thatsache, die bei seinen Untersuchungen festgestellt worden ist, angesehen werden muß. Ganz neu war diese Angabe jedoch nicht. In Schriften, welche hundert Jahre älter [1]), als die Arbeit Brunn's sind, kommt schon, allerdings mehr gelegentlich, als Einwand gegen die Vorstellung eines materiellen Etwas, welches bei der Thätigkeit des Nerven in diesem fließen sollte, diese negative *Thatsache* vor. Ich habe noch kein ganz festes Urtheil darüber, wer sie *zuerst* als Beobachtung bekannt gegeben hat.

Im vorigen Jahrhundert tauchte ferner die Meinung auf, daß schon durch verhältnißmäßig *geringe* auf den Nerven ausgeübte Drücke die von dem Gehirn in den Nerven erregten Vorgänge in ihrer Entstehung aufgehoben werden könnten, und es wurde dieselbe sogar bereits benutzt, physiologische und pathologische Vorgänge zu erläutern. So hatte Boerhaave angenommen, daß die Herznerven zwischen den Schlagaderstämmen durch Zusammendrückung Lähmung des Herzens bewirken könnten, und andere Aerzte hatten geglaubt, die Abwechslung der Respirationsphasen auf die wechselnden, mechanischen Einwirkungen zurückführen zu können, welche der n. phrenicus bei denselben erleide. Von Galen ab hatte man sich vielfach bemüht, den langen Verlauf dieses Nerven verständlich zu finden. Als Erklärung für denselben hatte Ludwig[2]) im vorigen Jahrhundert die gegeben, daß dadurch die Abwechslung der Inspiration und Exspiration bedingt sei, insofern nämlich durch die Dehnung des Nerven bei der Inspiration der Durchmesser der Nervenröhren kleiner und das Ner-

---

[1]) z. B. in : Fundamenta medicinae physiologica in quibus etc. etc. publice Athenis Salanis proposita, revisa G. Moebio etc. cum nova praefatione G. W. Wedelii. Francof. et Lips. 1678. p. 70.

[2]) Chr. G. Ludwig. Institutiones physiologicae Leipsig. 1752. § 436. p. 165.

venfluidum in seinem Flufs gehindert würde, so dafs damit die Einathmung ihr Ende finde. Martine[1]) war der Meinung, dafs die durch die Inspiration sich aufblähende Lunge den n. phrenicus drücke und auf diese Weise die Innervation aufhebe. Wir haben somit hier die Idee von einer Selbststeuerung der Athmung, die in unseren Tagen in anderer Form bei Hering und Breuer aufgetreten ist. Gegen die Ansicht Ludwig's bemerkte Haller[2]), dieselbe könne wohl deshalb nicht richtig sein, weil das Stadium der Inspiration durch Willkür verlängert werden könne. Krüger[3]) aber meinte, dafs, da die willkürliche Hemmung der Inspiration nicht unbeschränkt ist, doch wohl etwas Wahres an jenen Meinungen sein müsse. Ob er dabei den Nachdruck mehr auf die Dehnung des Nerven, oder dessen Pression durch die Lungen legt, darüber spricht er sich nicht näher aus.

Diesen Speculationen machten Wrisberg und Fontana ein Ende, indem sie zeigten, dafs die Drücke, wie sie in den fraglichen Beispielen vorkommen, keineswegs ausreichend sind, die vom Gehirn in den Nerven erzeugten Erregungen aufzuheben. Der erstere[4]) zeigte für den Phrenicus, dafs durch *mäfsige* Drücke mit den Fingern, die man auf diesen Nerven an dem einseitig geöffneten Thorax ausübt, die Bewegungen des Zwerchfells nicht gehindert werden können, und dafs letzteres nur durch viel stärkere Drücke auszuführen ist. Aufserdem bringt er noch der Ueber-

---

[1]) A. G. Martine. Essays of a society at Edinbg. Vol. I. p. 164. Das Original habe ich nicht gelesen.

[2]) A. v. Haller. Comment. in H. Boerhaave praelect. T. V. part. I. p. 119.

[3]) E. Krüger. De nervo phrenico. Diss. Lips. 1758. § 13. Abgedruckt in: E. Sandifort. Thesaurus dissertationum, programmatum etc. Vol. III. p. 501.

[4]) H. A. Wrisberg. De nervo phrenico quaedam animadversiones. Gottingae 1763. Diese kleine Abhandlung kenne ich nur aus dem 4. Bande der Scriptores neurologici minores selecti von C. F. Ludwig, wo dieselbe p. 16 und 17 abgedruckt ist.

legung entsprungene, hier zu übergehende Gründe gegen das Verfahren vor, auf die vorher angegebene Weise die Respirationsphasen zu erklären. Seine Versuche reichen aber nicht weiter und geben namentlich darüber keinen Aufschlufs, ob die Drücke, welche die Innervation in dem Zwerchfellsnerven aufheben, der Art waren, dafs sie dauernd, oder doch für längere Zeit den Nerven für die Innervation unfähig machten, oder so, dafs nach ihrer Entfernung sofort oder bald die Fähigkeit zur Innervation zurückkehrte. Die Versuche Fontana's[1]), obgleich sie im einzelnen nicht genau mitgetheilt werden, scheinen umfangreicher und namentlich auch mit Rücksicht auf die eben berührte Frage angestellt worden zu sein. Sie sind an Froschnerven und den Zwerchfellsnerven junger Katzen ausgeführt worden und ergaben gleichfalls, dafs erst sehr *hohe* Drücke, die ganze Kraft des Daumens und Zeigefingers, fähig sind, die natürlichen Innervationen aufzuheben. Obschon Fontana die eben erwähnte Frage nicht beantwortet, so hat ihm dieselbe doch augenscheinlich vorgeschwebt; denn er sagt : „Man mufs sich bei allen diesen Versuchen wohl in Acht nehmen, die Nerven zwischen den Fingern oder anderen zum Druck gebrauchten Körpern zu zermalmen, weil sie in diesem Fall durch Zerstörung ihres Gewebes mit einem Male die Fähigkeit verlieren, den Muskel in Bewegung zu setzen.“ Offenbar meint er also, dafs es Drücke gebe, welche die natürlichen Innervationen aufheben, ohne den Nerven dauernd functionsunfähig zu machen, so dafs derselbe *bald* wieder in seinen früheren leistungsfähigen Zustand zurückkehrt.

Zum Schlufs dieser Art von Versuchen aus früherer Zeit sind noch die von Le Cat[2]) ausgeführten anzudeuten; doch nicht deswegen, weil sie

---

[1]) S. 137 der oben S. 55 angeführten Uebersetzung von Hebenstreit.

[2]) Le Cat. Traité de l'existence, de la nature et des propriétés du fluide des nerfs et principalement de son action dans le mouvement musculaire etc. Berlin 1765.

besondere, neue Beziehungen dieser Art von Einwirkungen aufgedeckt hätten, sondern deshalb, weil sie vom Autor geschickt benutzt worden sind, um manche, damals ausgesprochene Vorstellungen vom Wesen der Innervation zurückzuweisen. In dieser Beziehung haben sie in einer Darstellung von der allmählichen Entwickelung der Lehre vom Innervationsvorgange vorzukommen.

In den bisher erwähnten Versuchen über die Wirkung der Ligatur, oder eine andere, nicht Zuckung gebende Einwirkung handelte es sich stets um die natürliche, von Gehirn und Rückenmark ausgeübte Innervation. Der Gedanke, das Verhalten jener Einwirkungen auch gegenüber einer künstlich erregten Nerventhätigkeit zu prüfen, war bis zu dieser Zeit nicht aufgetaucht. Mit der Entdeckung der erfolgreichen und bequemen electrischen Reizung wurde auch diese Lücke ausgefüllt. Es scheint, als ob Vasco[1]) der Erste gewesen, der die Angabe gemacht hat, dafs die durch verschiedene Metalle zu erhaltenden Zuckungen durch Unterbindung des Nerven vermieden werden, nach Lösung der Ligatur aber wieder erscheinen. Einzelheiten des Versuchs sind keine am angezogenen Orte angegeben, und es ist wohl kaum daran zu denken, dafs Vasco sich in der Art über den Versuch klar war, dafs er die aus der Berührung der Metalle hervorgehende Electricität als eine Ursache der erregten Nerventhätigkeit ansah, welche in ihrer Fortpflanzung durch die Ligatur gehindert werde; denn als er jene Beobachtung niederschrieb, war ihm wohl kaum bekannt, dafs durch metallische Bewaffnung des Nerven allein Zuckungen hervorgerufen werden können. Diese Thatsache ist nach einer Angabe von Pfaff[2]) erst später durch Volta, Creve und

[1]) D. J. Mayer. Aloysi Galvani Abhandlung über die Kräfte der thierischen Electricität auf die Bewegungen der Muskeln nebst einigen Schriften der Herren Valli, Carminati und Volta 1793. S. XXVI der Vorrede.

[2]) C. H. Pfaff. Ueber thierische Electricität und Reizbarkeit. 1795. S. 22.

Fowler, welche diese unabhängig von einander feststellten, in die Reizlehre eingeführt worden. An den ersten unvollkommenen Versuch von Vasco schliefsen sich solche von Valli und Pfaff an. Bei dem ersteren begegnen wir einer doppelten Versuchsreihe über den Einflufs der Unterbindung auf die nach Galvani's Manier zu erhaltenden Zuckungen [1]). In der einen werden Froschpräparate mit unterbundenen Nerven mittelst galvanischer Bögen geprüft. Aus ihr sind die beiden Thatsachen hervorzuheben, dafs, wenn oberhalb einer Ligatur ein aus zwei Metallen bestehender Bogen angelegt wird, man keine Bewegung erhält, und dafs, wenn ein Ende des Bogens oberhalb, das andere unterhalb der Ligatur angelegt wird, Zuckungen nur dann erhalten werden, so lange die Ligatur sich nicht dicht an der Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel befindet [2]). Bei beiden Erfahrungen scheint Valli Ausnahmen beobachtet zu haben, welche jedoch nicht sämmtlich mit den heutigen Kenntnissen verständlich sind, ohne Fehler beim Experimentiren anzunehmen [3]). In der zweiten Versuchsreihe entlud er mit Nicholson Leyden'sche Flaschen verschieden starker Ladung durch Froschnerven, welche verschieden weit von ihrem Eintritt in den Muskel unterbunden waren und verglich die Erfolge gleicher Entladungen durch Präparate, deren Nerven nicht unterbunden waren. Die ersten Präparate standen in ihren Zuckungen gegen die zweiten zurück, um so mehr, je weiter die Ligatur in der Nähe des

---

[1]) E. Valli. Experiments and observations on animal electricicy, with their application to physiology. Lond. 1793. Vor dem Erscheinen dieses Werks waren schon einzelne Abhandlungen von Valli bekannt geworden, so in Hufeland und Göttling: Aufklärungen der Arzneiwissenschaft aus den neuen Entdeckungen. Stück 112. Gren: Journal der Physik. Bd. VI. Heft 3. S. 384. 1792.

[2]) l. c. p. 56 bis 60.

[3]) l. c. p. 58 und 59.

Muskels angebracht war, und fehlten oft, sehr starke Ladungen ausgenommen, wenn die Ligatur den Muskel berührte[1]). Liest man diese Angaben mit den heutigen Kenntnissen, so sieht man, daſs sie, als reine Thatsache betrachtet, der Hauptsache nach nichts Falsches enthalten. Aber Valli sah diese Ergebnisse mit anderen Vorstellungen als wir an. Ihm wird die von dem Nerven ausgehende Muskelbewegung durch ein Nervenfluidum erzeugt, welches er geradezu für identisch mit dem electrischen Fluidum nimmt. Freilich hätten die Beobachtungen und Auseinandersetzungen Swammerdam's ihn von der Aufnahme eines Fluidums in seine Vorstellung abhalten sollen; entweder hat er dieselben nicht gekannt, oder nicht sorgsam erwogen. Ferner sind ihm die Muskeln electrische Organe, die Nerven Drähte, welche die Electricität der Muskeln leiten[2]). Wenn die Electricität, sei es die natürliche des Muskels, wie beim Anlegen galvanischer Bögen in der ersten Versuchsreihe, sei es die künstliche, wie in der zweiten, als Stimulus wirkt, so muſs sie stets durch den *Nerven* dem Muskel in einer gewissen Menge zuflieſsen. Die Unterbindung des Nerven in der Nähe des Muskels verhindert in beiden Fällen den ausgiebigen Zufluſs von Electricität durch den Nerven zum Muskel, indem letztere gleich vom Nerven oberhalb der Unterbindungsstelle in den Muskel übergeht. Ist dagegen der Nerv ferner vom Muskel unterbunden, so überspringt die Electricität das Hinderniſs und dringt noch in dem unterhalb der Unterbindung liegenden Nervenstücke bis zum Muskel vor[3]). So scheint es mir wenigstens, daſs sich Valli den Einfluſs der Unterbindung des Nerven vorstellte. Versuche über das Ver-

[1]) l. c. S. 60 ff.
[2]) l. c. S. 138 und 139.
[3]) l. c. S. 172 ff.

halten der unterbundenen Nerven, wenn man ihre Ligatur wieder gelöst hat, finden sich bei Valli nicht vor. Als *Galvanist* sucht er noch die Einwendungen zu beseitigen, welche bis zu jener Zeit Volta der Existenz einer thierischen Electricität gemacht hatte, worauf näher einzugehen keine Veranlassung ist. Kurze Zeit nach Valli sehen wir Pfaff ähnliche Unterbindungsversuche ausführen. Bei ihm finden sich die beiden Hauptangaben Valli's bestätigt, überdies die erste noch mit dem Zusatz versehen, daſs auch *mechanische* Reize oberhalb der unterbundenen Stelle unwirksam sind [1]). Auch bei Pfaff finden sich keine Versuche darüber, wie sich der Nerv nach Lösung der Ligatur gegenüber den vorher unwirksam gewordenen Reizen verhalte. Doch deutet er die Wirkung der Ligatur, Valli gegenüber, richtig und in dem Sinne aus, wie es allen ihm damals und nach ihm bekannt gewordenen Erfahrungen entspricht. Er sagt [2]) : „Bei der Anbringung beider Armaturen an den Nerven oberhalb dem Bande konnte keine Zuckung entstehen, weil hier der Strom der Electricität auf einen Theil des Nerven wirkte, der die in ihm bewirkte Veränderung nicht auf die Muskeln fortpflanzen konnte etc.", woraus ersichtlich, daſs er das Band als ein Hinderniſs nicht für die Fortpflanzung der Electricität, sondern als eins für die Weiterverbreitung der durch den Strom in dem Nerven bewirkten Veränderung in der Richtung nach dem Muskel hin ansieht.

Die Versuche von Valli und Pfaff sind auch durch A. v. Humboldt wiederholt worden. Es hat aber derselbe den bis dahin bekannten Thatsachen nichts wesentlich Neues hinzugefügt, was in das eben in Rede stehende Versuchsgebiet gehörte. Zwar betont er, daſs für den Fall der

---

[1]) l. c. S. 31, 32, 210.

[2]) l. c. S. 318.

Unterbindung, bei welchem das eine Ende des galvanischen Bogens unterhalb des unterbundenen Nerven anliege, die Unterbindung die Zuckung nicht hemme, wenn das unterhalb jener liegende Nervenstück in Berührung mit einem isolirenden Körper sei[1]); es findet sich aber diese Meinung durch Versuche bewiesen bereits bei Pfaff[2]). Bei dieser Gelegenheit sind noch die Versuche v. Humboldt's anzumerken, welche die Existenz einer besonderen Nervenatmosphäre darthun sollten[3]). Dieser Forscher giebt nämlich an, daſs wenn man einen Nerven, anstatt denselben zu unterbinden, durchschneide, hierauf die Schnittenden bis circa 1 mm nähere, dann das nicht mehr mit dem Muskel verbundene Stück bei der Erregung mit heterogenen Bögen Zuckung im Muskel veranlaſse. Zur Erklärung dieses Versuchs nahm v. Humboldt an, daſs das unmittelbar erregte Nervenstück mit einer über die Grenzen des Nerven hinausreichenden Wirkungssphäre umgeben sei, durch welche das unterhalb der Schnittstelle liegende Nervenstück zur Innervation erregt werde. Versuche dieser Art hat er unter mehrfachen Abänderungen mit Berücksichtigung von mancherlei Fehlerquellen, an die möglicher Weise zu denken war, angestellt. Er fand aber damals keinen Grund, seine Lehre zu verlassen. Die Idee von einer solchen Eigenthümlichkeit der Nerven war schon mehrfach vor v. Humboldt ausgesprochen worden[4]), was indessen hier nicht weiter zu verfolgen ist. Es ist merkwürdig, daſs, obschon heute

---

[1]) A. v. Humboldt. Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser nebst Versuchen über den chemischen Procefs des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt. Bd. I. S. 207. 1797.

[2]) l. c. S. 33, 319.

[3]) l. c. S. 211 ff.

[4]) Besonders durch Reil. Gren. Neues Journal der Physik. Bd. I. S. 113. De structura nervorum 1797. Archiv für die Physiologie. Bd. I. S. 89. 94. Bd. III. S. 200.

Niemand mehr diese Ansicht v. Humboldt's theilt, doch derselben niemals eine andere, experimentelle Widerlegung zu Theil geworden ist, wenigstens ist mir augenblicklich keine solche in Erinnerung.

Das Studium des Erfolgs nicht Zuckung gebender mechanischer Einwirkungen auf den motorischen Nerven ist von hier ab erst sehr spät wieder betrieben worden. Als man von der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts an anfing, die Gesetze der verschiedenen Arten künstlicher Nervenreizung genauer zu studiren und sich dabei überzeugte, wie die Erfolge derselben von mannigfachen physischen Zuständen des Nerven abhängen, welche man näher kennen zu lernen suchte, nahm man auch die Frage nach dem Erfolg mechanischer, nicht Zuckungen gebender Einwirkungen auf den Nerven in dieser Beziehung wieder auf. Doch sind diesem rein wissenschaftlichen Interesse nicht sämmtliche, in diesen Kreis gehörige Versuche entsprungen. Verschiedene Fragen der praktischen Medicin führten in gleicher Weise auf solche, insbesondere seit Billroth und Nufsbaum im Jahre 1872 Mittheilungen machten, die hoffen liefsen, dafs die Nervendehnung ein zu therapeutischen Zwecken nützliches Verfahren abgeben möchte. So laufen bis in die neueste Zeit zwei verschiedenen Absichten entsprungene Versuchsreihen neben einander her. In denen, welche mehr von praktischen Bedürfnissen ausgegangen sind, nehmen die Versuche nur zu einem geringen Theil die einfache Form an, die denselben zu ertheilen ist, wenn es sich nur um die Feststellung des Einflusses mechanischer Einwirkungen auf periphere, motorische Nerven handelt. In vielen derselben sind Züge auf die Centralorgane nicht ausgeschlossen. Im Folgenden sind nur diejenigen zu berücksichtigen, welche der eben erwähnten Forderung entsprechen, durch welches Verfahren ich selbstverständlich den Werth der anderen Arbeiten nicht bestreite. Ich bemerke dies ausdrücklich, damit man nicht glaube, ich hätte aus Unkenntnifs, oder irgend einem anderen

Grunde eine Anzahl scheinbar hierher gehöriger Versuche übergangen.

Aus einer frühen Arbeit von Bastien und Vulpian[1]) ist für den Physiologen kaum Etwas über den motorischen Nerven zu entnehmen, was nicht schon der Hauptsache nach aus früheren Zeiten bekannt war. Die beachtenswertheren Untersuchungen fangen mit Arbeiten von Heidenhain und Harless an[2]). Der erstere beobachtete, wie an einem frischen Nerven, jedesmal in der Nähe eines angelegten Querschnittes, gleichviel wo dieser geführt wird, die Erregbarkeit zunimmt. Schon viel früher, sowie auch um dieselbe Zeit, als Heidenhain seine Versuche bekannt machte, wurde, wie anderwärts darzustellen sein wird, behauptet[3]), dafs die Erregbarkeit der motorischen Nerven nach ihrer Trennung von den Centraltheilen erhöht erscheint; aber um diesen Punkt handelt es sich hier, wie man leicht einsieht, nicht. Es ist schon möglich, dafs in diesen Versuchen die Wirkungen eines angelegten Querschnittes zum Vorschein gekommen sind, aber ihre Urheber beziehen sämmtlich die Erhöhung der Erregbarkeit nicht auf die Anlegung des Querschnitts, sondern auf die Trennung vom Rückenmark. In Bezug auf die Gröfse jener Zunahme der Erregbarkeit, stellte Heidenhain das Gesetz auf, dafs mit Verkürzung des centropolaren Nervenendes die Erregbarkeit steige. Bei der Discussion

---

[1]) Bastien et Vulpian. Expériences sur les effets de la compression des nerfs. Gazette des hôpitaux. 1855. Nr. 148. p. 591.

[2]) R. Heidenhain. Posner. Medic. Centralzeitung. 2. Febr., 23. Febr. 1859. Ferner : Die Erregbarkeit des Nerven an verschiedenen Punkten seines Verlaufs in Heidenhain's Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. I. Heft. S. 1 ff. 1861.

[3]) Cfr. du Bois-Reymond. Untersuchungen über thierische Electricität. Bd. II. S. 248, 563. 1849, wo sich die ältere Literatur findet. E. Harless. Molekuläre Vorgänge in der Nervensubstanz. Abth. d. math. phys. Cl. d. Acad. d. Wiss. zu München. Bd. VIII. S. 598, 611, 623. 1860.

desselben betheiligten sich Rosenthal[1]) und Pflüger[2]). Harless[3]) übte auf den Nerven an irgend einer Stelle einen bestimmten meſsbaren Druck aus und verglich die unter diesen Umständen zur Auslösung einer Zuckung nothwendige electrische Reizgröſse, welche oberhalb der gedrückten Stelle einwirkte, mit derjenigen, welcher er für den gleichen Zweck bei Aufhebung des Druckes am gleichen Orte bedurfte. Als ein *sicheres* Resultat leitete er aus seinen Versuchen das ab, daſs bis zu einer gewissen Grenze hin ein in der angegebenen Weise auf den Nerven ausgeübter Druck die Entstehung der Zuckung in Folge eines oberhalb der gedrückten Stelle angebrachten Reizes begünstige. Andere Resultate hat Harless aus seinen Versuchen nicht formulirt, auch geht er nicht auf Fragen ein, welche zufolge von Angaben früherer Forscher noch auf diesem Gebiete zu beantworten waren. Fast um dieselbe Zeit machte Haber[4]) die Bemerkung, daſs ein Nerv im gespannten Zustand für gleiche Stärke des Reizes empfänglicher sei, als im schlaffen. Der Verf. nennt die Beobachtung eine leicht zu machende, theilt aber nichts Näheres über die von ihm befolgte Methode und keine einzelnen Resultate mit. Auf alle Fälle war durch die Angaben dieser beiden Forscher eine Wirkung des Druckes auf die motorischen Nerven angedeutet, die vollkommen neu und wohl auch unerwartet war. Mehreren der späteren Forscher müssen die erwähnten Angaben nicht gegenwärtig gewesen sein, sie hätten wohl sonst

---

[1]) Rosenthal. Med. Centralzeitung. 23. Febr. 1859.

[2]) Pflüger. Dieselbe. 5. März 1859.

[3]) E. Harless. Molekuläre Vorgänge in der Nervensubstanz. Abhandlungen d. math. phys. Cl. d. Akad. d. Wiss. zu München. Bd. VIII. Abth. 2. 1858. S. 585, 586.

[4]) E. Haber. Quam vim venenum Curare exerceat in nervorum cerebro-spinalium systema. Vratisl. 1857. p. 24. Reichert und du Bois-Reymond: Archiv f. Anat. u. Phys. Jahrg. 1859. S. 98, 109.

ihre Untersuchungen an jene unmittelbar angeschlossen und deren Urheber erwähnt. Valentin[1]), welcher der Zeit nach der erste unter den Nachfolgern ist, gedenkt jener Eigenschaft gar nicht. Nach ihm sollen mäſsige Dehnungen die Reizbarkeit nicht beeinträchtigen, stärkere sie herabsetzen, jedoch nicht vernichten. Schleich[2]), welcher auch nur den Einfluſs der *Dehnung* untersuchte, machte folgende Angaben, für welche anzumerken ist, daſs die Einwirkung der Dehnung nicht an einem und demselben Nerven untersucht wurde, sondern daſs ein gedehnter und ein nicht gedehnter n. ischiadicus des Frosches mit einander verglichen worden sind. Bei mäſsigen Dehnungen, bis zu 40 Grms. hin, war die Reizbarkeit nicht wesentlich vermindert; in einzelnen Fällen war sogar eine Zunahme derselben bemerkbar. Auf den letzteren Punkt geht der Verf. nicht näher ein; er hat wohl an die Versuche von Harless und Haber nicht gedacht. Bei stärkeren Belastungen nahm die Reizbarkeit schnell ab, und in vielen Versuchen zeigten sich bei einer bestimmten Dehnung spontane Muskelzuckungen. Ueber das Verhalten des Nerven *nach* vorausgegangener Dehnung hat Schl. zwar auch Versuche angestellt, wobei er gefunden, daſs in Folge der Nachwirkung der Dehnung, welche in den meisten Versuchen durch 20 bis 30 Grms. geschah, die Erregbarkeit nur wenig herabgesetzt wurde, aber auch hier wurde der gedehnte Nerv nur mit dem ungedehnten der anderen Seite verglichen. Auch Ranke und Cornet[3]) sahen gleichfalls durch mäſsigen Druck und mäſsige Dehnung die Erregbarkeit erhöht werden. Wundt[4]) sah diese Erscheinung in der Weise,

---

[1]) G. Valentin. Physiologische Pathologie der Nerven. Leipzig 1864.

[2]) G. Schleich. Versuche über die Reizbarkeit der Nerven im Dehnungszustand. Zeitschrift für Biologie. Bd. VII. S. 379. 1871.

[3]) J. Ranke. Die Lebensbedingungen der Nerven. 1866. S. 122.

[4]) W. Wundt. Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren. I. Abth. S. 198, 199.

dafs er beobachtete, wie schwache mechanische, in Form fallender Gewichte geschehende Reize, welche für sich keine Zuckung geben, nach ihrer Einwirkung für Zuckungen gebende anderweitige Reize eine erhöhte Erregbarkeit zurücklassen, und dafs er weiter wahrnahm, wie auch nach Zuckungen gebenden mechanischen Reizen gesteigerte Erregbarkeit für sehr kurze Zeit zurückbleibt. Ferner machte Tigerstedt[1]) eine Reihe von Versuchen bekannt, in denen der Einflufs der Dehnung auf die durch fallende Gewichte erzeugten Zuckungen sich als eine Erhöhung der Reizbarkeit darstellt[1]). Dieselbe erhält sich noch eine Zeit lang nach stattgehabter Dehnung. Sie ist nur merkbar bei Dehnungen bis zu 20 bis 25 Gr., bei solchen durch höhere Gewichte nimmt sie wieder ab. Endlich hat noch Schubert[2]) für Dehnungen, die nur den Nervenstamm betrafen, also Züge auf die Centralorgane ausgeschlossen waren, innerhalb gewisser Grenzen Erhöhung der Reizbarkeit constatirt, insbesondere auch dieselbe in der Weise beobachtet, dafs er Reize, welche ohne Nervendehnung Bewegungen gaben, stärkere auslösen sah, sobald er den Nerven dehnte. Gegenüber diesen im Grofsen und Ganzen übereinstimmenden Angaben ist es wohl wenig bedeutungsvoll, dafs Grünhagen[3]), welcher in ähnlicher Weise wie Harless experimentirte, die Angabe machte, die Erregbarkeit sei, selbst bei beträchtlichen Drücken, quantitativ sind dieselben nicht angegeben, unverändert. Wahrscheinlich hat sich dieser Forscher weder in den Grenzen derjenigen Drücke bewegt, welche, wie die bisher

---

[1]) R. Tigerstedt. Studien über mechanische Nervenreizung. 1880. S. 41 bis 43.

[2]) O. Schubert. Ueber den Einflufs der Dehnung auf die Erregbarkeit der Nerven. Inaug.-Diss. Königsberg 1883.

[3]) A. Grünhagen. Bemerkungen über die Summation von Erregungen in der Nervenfaser. Henle und Pfeufer. Zeitschrift für rat. Medicin. 3. Reihe. Bd. XXVI. S. 190, 211. 1866.

erwähnten, Erhöhung der Erregbarkeit zur Folge haben, noch in denjenigen, welche, wie die folgenden, Herabsetzung der Erregbarkeit verursachen. Es könnten aber auch seine Methoden der Messung der Erregbarkeit nicht geeignet gewesen sein, die Veränderungen der letzteren erkennen zu lassen.

Die durch Schnitt oder Ligatur erzeugte Erhöhung der Erregbarkeit des motorischen Nerven zeigt beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten gegenüber der electrischen Reizung. Romanes[1]), welcher dieselben zu einem Gegenstand besonderen Studiums gemacht hat, giebt darüber Folgendes an : Jede Durchschneidung des Nervenstammes erhöht die Erregbarkeit für Schliefsung und Oeffnung jeder Stromesrichtung, in ganz besonders auffälligem Grade aber wird dadurch die Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes erhöht. Ob dies für alle erdenkbaren Stromstärken gilt, darüber hat er Nichts ermittelt. Zwar wurde die erhöhte Erregbarkeit nur bei Reizung des Muskels studirt, aber der Autor bringt besondere Gründe dafür vor, dafs es sich dabei um Zustände des Nerven selbst handelt. Rutherford[2]) machte darauf aufmerksam, wie die mittelst Durchschneidung des Nerven erzielte Erhöhung der Erregbarkeit zu beachten sei, wenn es sich um die Darlegung des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes handle. Es ist wahrscheinlich, dafs ein Theil der Beobachtungen, welche mehrere Jahre später Grützner[3]) über die electrische Erregbar-

---

[1]) G. J. Romanes. On the modification of the excitability of motor nerves produced by injury. Proceed. of the Roy. soc. Nr. 171. 1876. Ausführlicher unter dem Titel : Observations on the galvanic excitation of nerve and muscle with special reference to the modification of the excitability of motor nerves produced by injury. Humphry etc. The Journal of anatomy and physiology. Vol. X. p. 707. 1876.

[2]) G. A. Berry und Rutherford. Note of Pflüger's law of contraction. Humphry etc. Journal of anat. and physiol. Vol. X. p. 604. 1876.

[3]) Grützner. Ueber die mechanische Reizung der Nerven. Breslauer ärztl. Zeitschrift. 1881. Nr. 11, S. 128.

keit ligirter Nerven machte, mit denen von Romanes zusammenfallen. Ausdrücklicher Bezug ist, soviel ich weifs, auf die letzteren dabei nicht genommen worden. Gr. macht die Angabe, dafs bei einem Muskelnerven, welcher 3 bis 5 Minuten vorher umschnürt worden ist, die folgenden Eigenschaften beobachtet werden. Die Strecke oberhalb der umschnürten Stelle ist aufserordentlich erregbar für aufsteigende, die unterhalb jener ebenso erregbar für absteigende Ströme (Reflex- resp. Muskelzuckung). In dem Mafse, als man von der umschnürten Stelle mit den reizenden Strömen auf beiden Strecken wegrückt, werden auf der oberen Strecke wieder absteigende, auf der unteren wieder aufsteigende wirksam.

Von den neueren Versuchen, welche neben den älteren, jedoch in schärferer Weise als diese, darthun, dafs durch starke Drücke die Erregbarkeit für künstlich erregte Innervationsvorgänge sowohl, als auch für die von den Centralorganen ausgehenden herabgesetzt werden könne, sind mit Ausscheidung derjenigen, bei welchen die Drücke oder Züge nachweislich nicht ausschliefslich auf die peripheren Nervenstämme angewandt worden sind, nun noch die folgenden aufzuzählen. Einige derselben enthalten auch noch Angaben über Erhöhung der Erregbarkeit durch mechanische Einwirkungen, die ich noch mit angeben werde, und welche der Leser in Gedanken noch den vorher zusammengestellten Angaben zufügen möge.

Weir-Mitchell[1]) experimentirte am n. ischiadicus des Kaninchens. Er übte auf denselben mittelst einer Quecksilbersäule, die sich in einer durch eine feuchte Blase geschlossenen Röhre befand, einen Druck aus und bestimmte, bei welcher Höhe und innerhalb welcher Zeit eine oberhalb der gedrückten Stelle angebrachte Reizgröfse unwirksam werde, und

[1]) Weir-Mitchell. Injuries of nerves and their consequences. Philadelphia 1872. p. 112.

innerhalb welcher Zeit nach Entfernung des Druckes derselbe Reiz wieder wirksam sei. Er fand bei diesen Versuchen, daſs eine Hdg.-Säule von 18 bis 20 Zoll binnen 10 bis 30 Sec. die Leitungsfähigkeit aufhebt, und daſs nach Entfernung des Drucks sich jene in derselben kurzen Zeit wieder herstellt. Die Nervenfasern zeigten an der gedrückten Stelle ein Bild, wie solche 7 bis 8 Tage nach der Durchschneidung. Die Versuche sind insofern bemerkenswerth, als sie zeigen, daſs auch die durch mechanische Einwirkungen verringerte Erregbarkeit nach Entfernung des Drucks in verhältniſsmäſsig kurzer Zeit wieder verschwinden kann. Dasselbe Resultat tritt in einer Arbeit von Lüderitz[1]) hervor, in welcher auſserdem auch noch das gewonnen wurde, daſs bei Drücken auf gemischte Nervenstämme die motorischen Fasern ihre Leitungsfähigkeit früher, als die sensiblen einbüſsen.

Hieran reiht sich noch eine methodisch durchdachte, von Zederbaum[2]) unter Kronecker's Leitung ausgeführte Untersuchung. Der n. ischiadicus des Frosches wurde an einer bestimmten Stelle durch ein meſsbares Gewicht gedrückt und oberhalb der gedrückten Stelle auf seine Erregbarkeit durch Inductionsströme geprüft. In den bezüglichen Versuchen war bis zu circa 75 g Belastung keine wesentliche Veränderung der Erregbarkeit zu beobachten. Gewichte von 75 bis 900 g erhöhten die Erregbarkeit, welche letztere ihr Maximum bei circa 500 g erreichte. Gewichte über 1000 g lieſsen die Erregbarkeit abnehmen. Nach Entfernung der die Erregbarkeit steigernden Gewichte war die Reizbarkeit gleichfalls

---

[1]) C. Lüderitz. Versuche über die Einwirkung des Druckes auf die motorischen und sensiblen Nerven. Frerich und Leyden. Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. II. S. 97. 1881.

[2]) Ad. Zederbaum. Nervendehnung und Nervendruck. His, Braune und du Bois-Reymond. Archiv für Anat. und Phys. Physiolog. Abth. 1883. S. 161.

noch höher als ursprünglich. Natürlich gelten diese Angaben nur für die Gröſse der angewendeten Druckfläche. Derselbe Autor hat auch Versuche darüber angestellt, wie sich die Reflexthätigkeit bei einem gedrückten Nervenstamm verhält und zwar in einer Weise, daſs der Druck sich nicht auf die Centralorgane fortpflanzen konnte. Hierin liegt der Grund, weshalb dieser Versuche hier noch zu gedenken ist, gegenüber denjenigen, die vorher durch die Bemerkung ausgeschlossen wurden, daſs es sich bei ihnen nicht erwiesener Maaſsen um die reinen Folgen mechanischer Einwirkungen auf periphere Nervenstämme handle. Bei diesen Versuchen wurde gefunden, daſs bei Drücken auf den gemischten Ischiadicus des Frosches und des Kaninchens durch Reizung der Hautnerven auf der gedrückten Seite, Reflexbewegungen am anderen Schenkel erhalten wurden, dagegen dieselben auf der gedrückten Seite bis zum Verschwinden Einbuſse erlitten, jedoch mit der Fähigkeit der motorischen Fasern des gedrückten Nerven, noch für directe electrische Erregungen reizbar zu sein. Dadurch wird bewiesen, daſs der gedrückte Nerv unfähig wird für die bei den Reflexbewegungen vom Rückenmark ausgehenden Erregungen. Diese Erfahrungen scheinen im Widerspruch zu stehen mit den von Lüderitz angegebenen.

Die Thatsache, daſs stärkere Dehnungen des Nerven fähig sind, Zuckungen im Muskel hervorzurufen, eine Beobachtung, welche zuerst von Schleich angemerkt worden ist, gab Langendorff[1]), als sich demselben jene bei den Untersuchungen von Schubert besonders aufdrängte, Veranlassung, darauf eine neue mechanische Tetanisirungsmethode zu gründen. Sie besteht darin, daſs an einem passend befestigten

[1]) O. Langendorff. Ueber Tetanisirung von Nerven durch rhythmische Dehnung. Kronecker und Senator. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1882. Nr. 7. S. 113.

Nervmuskelpräparat der Nerv mittelst eines Fadens an dem oberen Ende des Zinkens einer Stimmgabel befestigt und dann die letztere mittelst eines Klöppels angeschlagen wird.

---

§ 2.

Geschichte der Untersuchungen über die chemischen Einwirkungen auf die motorischen Nerven.

Wie schon im vorigen § auf S. 49 gelegentlich bemerkt worden ist, mufs man Swammerdam auch als den eigentlichen Entdecker der Zuckungen vom Nerven aus durch chemische Reizmittel ansehen. Derselbe giebt an, dafs, wenn man den Zwerchfellsnerven in der geöffneten Brust eines lebendigen Hundes mit beizendem Wasser bespritzt, das Zwerchfell sich zusammenziehe [1]). Unter dem beizenden Wasser kann wohl kaum etwas Anderes verstanden sein, als die unreinen Formen der Schwefel-, Salz- und Salpetersäure, welche zu jener Zeit schon lange bekannt waren [2]). Auf geordnete, wenn auch nicht ausgedehnte Untersuchungen über die Einwirkung chemischer Mittel auf die motorischen Nerven stöfst man erst wieder bei Öder und Fontana. Es kann wohl sein, dafs in dem grofsen Zeitraum zwischen Swammerdam und den beiden oben genannten Forschern sich hier oder da vereinzelte, mir entgangene Notizen über die in Rede stehende Reizungsart finden, es werden aber solche, falls sie noch aufgefunden werden, von keinem besonderen

---

[1]) J. Swammerdam. Bibel der Natur. Leipzig 1752. S. 329. Vergl. die oben S. 48 über dieses Buch gemachten Notizen.

[2]) Siehe Kopp. Geschichte der Chemie, Bd. I. 1843. S. 53.

Belang sein; wäre es anders, so hätten wohl Öder und Fontana davon gesprochen. Der erstere[1]) nennt ausdrücklich das Vitriolöl, also die unreine Schwefelsäure, als das Mittel, mit welchem er vom Nerven aus Zuckungen erhielt. Fontana[2]) erwähnt, so viel ich sehe, die chemischen Reize zuerst in einer Arbeit vom Jahre 1757. Nach ihr beobachtete er beim Frosch Zuckungen, wenn er die Cruralnerven desselben mit rauchender Salpetersäure, esprit de nitre fumant, oder mit Königswasser, de l'eau forte, benetzte[3]). Ferner sah er, dafs die Application von Weingeist, sowie eine weingeistige Opiumlösung den motorischen Nerven die Reizbarkeit raubte, ohne Zuckungen hervorzurufen, während eine Auflösung von Opium in Wasser diesen schädlichen Einflufs nicht hatte[4]). In dem später herausgekommenen Werke über das Viperngift ist von der eben erwähnten Wirkung des Alkohols noch mehrmals in derselben Weise die Rede[5]). Endlich ist noch hervorzuheben, dafs er in demselben erwähnten Werke noch mehrere andere Auflösungen anführt, welche direct auf den motorischen Nerven gebracht keine Zuckungen hervorrufen, aber in den Körper eines lebenden Thieres gebracht, auf dieses schädlich wirken und es unter Umständen tödten. Hierher gehören: das Ticunasgift, das Viperngift und wässerige Mohnsaftlösung[6]).

---

[1]) S. 62 des oben S. 54 erwähnten Haller'schen Auszugs aus der Dissert. von Öder.

[2]) F. Fontana. Dissertation épistolaire. Haller. Mémoires sur les parties sensibles et irritables du corps animal. T. III. Lausanne 1760. p. 157. Das Original, von welchem die citirte Schrift franz. Uebersetzung ist, habe ich nicht gelesen.

[3]) l. c. p. 221.

[4]) l. c. p. 211.

[5]) F. Fontana. Traité sur le venin de la vipère, sur les poisons américains etc. Florence 1781. Vol. II. p. 439, 441 ff.

[6]) S. 165, 207, 251 der oben S. 55 erwähnten Uebersetzung von Hebenstreit.

Bei Haller[1]) findet sich nur ein chemischer Reizversuch, nämlich mit Salpetersäure am Froschnerven. Dabei erhielt er keine Zuckung. Wahrscheinlich war die von ihm benutzte Säure von nicht ausreichender Concentration. Es erschienen daher auch Haller die chemischen Reizmittel als nicht sehr geeignet zur Hervorbringung von Zuckungen.

Bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts war also zu den Thatsachen, welche bereits Swammerdam auf dem Gebiete der chemischen Reizversuche hundert Jahre zuvor kennen gelehrt hatte, nur das Wenige wirklich neu hinzu gekommen, was Fontana aufgefunden hatte.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts nahm die Lehre von der chemischen Reizung des Nerven einen erfolgreichen Aufschwung. Die neuen Entdeckungen in der Chemie, insbesondere in der Lehre von den Gasen und die Auffindung des Galvanismus als Reizmittel für die Nerven gaben vorzugsweise die Anregung dazu. Die umfassendsten Versuche hat damals A. v. Humboldt angestellt, vereinzelte Angaben aber finden sich auch bei Zeitgenossen von ihm zerstreut, die von diesen selbstständig aufgefunden und zum Theil vor den Publicationen v. Humboldt's bekannt gemacht worden sind. Von diesen kenne ich die folgenden: Ackermann[2]) fand, daſs Vitriolöl, welches er höchst wahrscheinlich in nicht Zuckung gebender Concentration anwandte, die galvanische Erregung abschwächte, wenn bei der Combination Stanniol-Silber, das erstere oberhalb der Corrosionsstelle durch Schwefelsäure angelegt wurde. Pfaff[3]) verglich für diesen Fall die Wirkung der Säure der einer Ligatur.

---

[1]) v. Haller. Elementa physiol. Lib. X. 7. § 24.

[2]) J. F. Ackermann. Vorläufige Bekanntmachung wichtiger Erscheinungen aus den neuesten physiologischen Versuchen über die Nerven. Salzburger med.-chir. Zeitung. Bd. III. 1792. S. 40.

[3]) C. H. Pfaff. Commentatio de electricitate sic dicta animali. 1793. p. 21.

Derselbe machte noch einige andere, hierher gehörige Angaben. Die durch Galvani entdeckten Metallreize, sagt er, sind kräftigere Erreger, als die bis dahin bekannten chemischen und mechanischen[1]); deshalb hätten auch Fontana's Angaben über die Vernichtung der Reizbarkeit durch gewisse Gifte nur für jene schwächeren Erreger Gültigkeit. Daher komme es auch, dafs die electrischen Stimuli noch Zuckungen verursachten, wenn die heftigsten mechanischen Nichts mehr bewirkten[2]). Dies hatte übrigens schon Creve[3]) angemerkt. Zu den chemischen, Zuckungen gebenden Reizen gehören die Säuren, die ätzenden Laugensalze, die caustischen metallischen Salze[4]). Um nun zu v. Humboldt's Versuchen überzugehen, mufs bemerkt werden, dafs der ausführlichen Mittheilung derselben in dem so berühmt gewordenen Buche über „die gereizte Muskel- und Nervenfaser" schon vereinzelte Angaben in kleineren Journalartikeln vorausgegangen sind, unter welchen besonders ein Brief an van Mons[5]) zu erwähnen ist. Der Geschichtsschreiber kann sich aber, soweit ich sehe, ohne v. Humboldt Etwas zu vergeben, nur an dessen vorher erwähntes Werk halten. Um folgende Thatsachen hat dasselbe die Lehre von der chemischen Reizung der motorischen Nerven bereichert.

1. Von den Versuchen v. H. über die *Einwirkung der Gase*, die wohl späteren Forschern Anregung zu mancherlei Versuchen gegeben haben,

---

[1]) C. H. Pfaff. Ueber thierische Electricität und Reizbarkeit. 1795. S. 82, 129, 304.

[2]) Pfaff. Commentat. etc. p. 15.

[3]) C. C. Creve. Beiträge zu Galvani's Versuchen über die Kräfte der thierischen Electricität auf die Bewegung der Muskeln. S. 104.

[4]) S. 305 ff. der sub 1 erwähnten Schrift.

[5]) Schreiben des Herrn Oberbergrath v. Humboldt an Herrn van Mons in Brüssel, über den chemischen Procefs der Vitalität. Gren's neues Journal der Physik. Bd. IV. 1797. S. 171.

gehört streng genommen nur einer hierher, da sich die anderen auf mit Nerven verbundene Muskeln, oder diese allein beziehen. Der bezügliche aber besteht darin, dafs v. H. den Muskel eines Nervmuskelpräparates in einen Stärketeig einknetete und dann das ganze Präparat der Einwirkung des Sauerstoffs aussetzte, welche hauptsächlich den Nerven traf. Dabei habe es ihm, sagt er, geschienen, als ob die Erregbarkeit des Präparates erhöht worden sei, wenn auch nicht in dem Maafse, als es geschehe, wenn auch der Muskel der Einwirkung des Sauerstoffs ausgesetzt werde [1]).

2. Bezüglich des *Alkohols* kam er zu anderen Resultaten als Fontana, dessen Versuche er kannte und erwähnt hat. Er sah mehrmals bei dem Eintauchen der Spitze des Cruralnerven vom Frosch in Alkohol schwache Contractionen. Bei durch galvanische Reizung erschöpften Präparaten sah er durch die Einwirkung des Alkohols Vermehrung der Reizempfänglichkeit, vorausgesetzt, dafs jener nicht zu lange eingewirkt hat. Bei längerer Einwirkung ging die Erhöhung der Reizbarkeit in Schwäche über. Aehnliche Versuche über Erhöhung der Reizbarkeit bei kurzer, Herabsetzung derselben bei längerer Einwirkung, gelangen v. H. mit Alkohol auch bei Vögeln [2]). Es scheint, als ob v. H. hierbei die Vorstellung gehabt habe, dafs die schwächende Wirkung des Alkohols die unmittelbare Folge von der vorausgegangenen erhöhenden sei.

3. Dem *Schwefeläther* und den Dämpfen der *Naphta* schreibt v. H. gleiche Wirkungen, wie dem Alkohol zu, doch fehlt hier die Mittheilung specieller Versuche, aus denen mit Bestimmtheit ersehen werden könnte,

---

[1]) F. A. v. Humboldt. Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser nebst Versuchen über den chemischen Procefs des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt. 2 Bde. 1797. II. S. 285.

[2]) l. c. II. S. 342, 343.

dafs die bezüglichen Einwirkungen nur auf die motorischen Nerven ausgeübt worden seien [1]).

4. Weiter hat v. H. mit Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure (der damaligen Kochsalzsäure), Phosphorsäure, Blausäure experimentirt. Von diesen giebt er an, dafs dieselben einen deprimirenden Einflufs auf die Nervenfaser zeigten, und dafs es ihm scheine, als ob die durch dieselben erzeugte Schwäche nicht von einer vorausgegangenen, übermäfsig erhöhten Thätigkeit herrühre [2]). Die Schwefelsäure gab ihm am Axillarnerven des lebenden Frosches kurze Zeit andauernde Zuckungen, am Cruralnerven des todten versagte dieses Reizmittel. Es fällt auf, dafs er bei diesen Versuchen nicht der gegentheiligen Angaben von Swammerdam, Öder und Fontana gedenkt, da er doch in der damaligen Literatur der Reizlehre sehr gut bewandert war und namentlich die Arbeiten Fontana's genau studirt hatte.

5. Ferner hat er Versuche mit reinen und kohlensauren Alkalien, sowie einigen anderen Salzen angestellt [3]). Hierbei beschreibt er ausführlich die Zuckungsformen, wie man sie zumeist durch die löslichen Alkalisalze, namentlich das kohlensaure, welches damals allgemein unter der Bezeichnung oleum tartari per deliquium ging, erhält. Jene zeigen sich Anfangs als ein Zittern in verschiedenen Muskelbündeln, bei weiterer Einwirkung der Salzlösung aber nehmen sie so zu, dafs sich dieselben zu einem förmlichen längeren Tetanus steigern. Dies gab v. Humboldt Veranlassung zu der Behauptung, dafs diese Zuckungen viel stärker seien, als die durch Metalle zu erhaltenden [4]). Er hätte dies Resultat der kurz

---

[1]) l. c. II. S. 350.
[2]) l. c. II. S. 351 ff.
[3]) l. c. II. S. 360.
[4]) l. c. II. S. 363.

vorher von Pfaff gemachten, gegentheiligen Angabe bezüglich der schwachen Säurereizungen entgegensetzen können.

v. Humboldt hat auch die wässerige *Ammoniaklösung* [1]) als ein Reizmittel für den Muskelnerven angegeben. Hierin irrte er, was wahrscheinlich daher gekommen ist, dafs die aus der Lösung abdunstenden Dämpfe die Muskelsubstanz direct trafen.

6. Ueber die damals sogenannten Mittelsalze, von welchen v. H. besonders das Kochsalz, den Salpeter und den Weinsteinrahm nennt, bemerkt er, dafs sie ähnlich den vorigen Mitteln wirkten, dafs ihrer Wirkung aber sehr schnell Schwäche folge [2]).

Die bisher mitgetheilten Sätze stellen den wesentlichen Inhalt Dessen dar, was v. H. über die Zuckungen und nicht Zuckungen gebenden Mittel festgestellt hat. Er schreibt aber den chemischen Einwirkungen, mögen sie im einzelnen Zuckungen geben können, oder nicht, noch den besonderen Einflufs zu, die Erregbarkeit für den galvanischen Reiz zu ändern, zu stimmen, wie er sich ausdrückt, und zwar in Folge einer dadurch geänderten Mischung der Faser. Er kommt an verschiedenen Stellen seines Buches auf diesen Punkt zu sprechen [3]). Einige Mittel, wie z. B. der Alkohol, sollen die Erregbarkeit für Metalle erhöhen, andere, wie Schwefelleber und Kochsalzsäure, sie herabstimmen. Hiergegen machte jedoch Pfaff [4]) geltend, dafs die bezüglichen Erscheinungen darauf beruhten, dafs die angewendeten Lösungen als Kettenglieder wirkten. Er bewies dies, indem er zeigte, dafs dieselben Wirkungen auch beobachtet werden, wenn man jene Flüssigkeiten nicht direct auf den Nerven,

---

1) l. c. II. S. 366.
2) l. c. II. S. 387.
3) l. c. I. 71. 203. II. 70, 71, 414, 415.
4) Pfaff, in dem mit Scheele herausgegebenen Nordischen Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft. Bd. I. S. 17.

sondern auf das eine Ende eines mit dem anderen Ende den Nerven berührenden Stückes Muskelfleisch auftrage. Doch, das versteht sich von selbst, wurde damit nicht bewiesen, daſs sich in diese Wirkung bei den Versuchen v. H. nicht die von letzterem angedeutete mit einmische, ein Punkt, auf welchen erst weiter unten zurückzukommen sein wird.

Nach v. Humboldt ist ein halbes Jahrhundert vergangen, bevor wieder eine geordnete, ausgedehnte Untersuchung über die Einwirkung chemischer Reize auf die Nerven vorgenommen worden ist. Ich [1]) selbst führte eine solche im Jahre 1851 aus; ihr ist eine gröſsere Anzahl mehr oder weniger ausgedehnter gefolgt. Dabei verfolgte ich hauptsächlich die beiden folgenden Punkte, die auszumachen mir damals besonderes Bedürfniſs schien. In erster Linie wollte ich eine gröſsere Zahl von Körpern in ihrer Einwirkung auf den motorischen Nerven prüfen und dabei für diejenigen, welche Zuckungen gaben, näherungsweise deren Concentrationsgrad für diese Wirkung festsetzen, ein Punkt, welcher bis dahin ganz auſser Acht gelassen worden war. Dann dachte ich daran, ob es wohl möglich sein möchte, wenn auch nicht für alle, so doch für einzelne Fälle, sich bis zu einem gewissen Grade Vorstellungen über die Wirkungsart derselben zu machen. Als Präparat wandte ich den n. ischiadicus des Frosches, entweder nur mit dem m. gastrocnemius, oder auch wohl, jedoch seltener, mit dem ganzen Unterschenkel verbunden an. Ich kam zu folgenden Ergebnissen:

1. Keine Zuckungen geben bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur: Wasser, die flüchtigen Oele, Schwefelkohlenstoff, mehrere organische Säuren, wie z. B. die Gerbsäure, die Lösungen von Metallsalzen mit Ausnahme des Silbernitrats, sowie die Lösungen aller Zuckungen gebenden Mittel unterhalb gewisser Concentrationsgrade.

[1]) C. Eckhard. Die chemische Reizung der motorischen Froschnerven. Henle und Pfeufer. Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. Bd. II. S. 303 ff. 1851.

2. Zuckungen geben aufwärts von gewissen Concentrationsgraden an: Kaustische Alkalien, die Mineralsäuren, die sogenannten Haloid- und neutralen Salze der Alkalien und Erden (diese sind indeſs nicht alle im einzelnen speciell geprüft worden, sondern es ist dieser Schluſs theilweise nach Analogie zu Stande gekommen), Alkohol, Aether, starke Essigsäure, gesättigte Weinsteinsäure, Rohrzuckerlösung. Für einzelne dieser Reizmittel bestimmte ich annähernd ihre wirksamen Concentrationsgrade. Die Zuckungsformen waren jedoch verschieden; sie lieſsen sich auf zwei zurückführen: wenige kräftige, kurz andauernde und solche, welche mit fibrillärer Bewegung beginnen, sich allmählich aber zu einem förmlichen Tetanus steigern. Dieselben finden sich offenbar schon bei v. Humboldt; nur hat er der Sache nicht den unterscheidenden Ausdruck gegeben. Die eine Form jedoch, als deren Typus ich die durch Kochsalz erzeugte beschrieb, hat er für kohlensaures Kali [1]) zutreffend geschildert.

Was die zweite der beiden erwähnten Fragen anlangte, so kam ich damals zu folgenden Vorstellungen. Ich lernte Zuckungen kennen, die durch einfache Wasserentziehung des Nerven hervorgerufen wurden, eine Erfahrung, die ich unzweideutig durch mehrere Versuche bewies [2]). Aus der Aehnlichkeit, die durch Salzlösungen erzeugte Zuckungen mit jenen haben, schloſs ich, daſs die letzteren durch ihre Wasser entziehenden Wirkungen gleichfalls die Zuckungen erregen möchten. Freilich blieb

[1]) l. c. S. 362.

[2]) Später hat dieselben Harleſs (Abhandlungen d. math.-phys. Cl. d. König. Bay. Acad. der Wiss. Bd. VIII. S. 721. 1860) noch besonders studirt. Abgesehen von einer noch hernach anzugebenden Eigenschaft sei hier bemerkt, daſs jener noch die Thatsache feststellte, daſs, wenn in Folge von Austrocknung des Nerven zuckende Präparate in feuchte Räume gebracht werden, die Zuckungen nicht sofort aufhören, aber deren Dauer abgekürzt wird.

unerklärt, wie der Verlust des Wassers den Innervationsvorgang seinerseits erregen könne. Für die anderen Mittel blieb ich bei der Annahme stehen, dafs sie durch Zerstörung des Nerven nach Art mechanischer Reize wirkten; für manche, wie namentlich die Säuren, machte ich auf die Möglichkeit aufmerksam, dafs diese Zerstörung vorzugsweise durch die Coagulation des Eiweifses geschehe.

Von hier an begann nun eine rege Thätigkeit auf dem Gebiet der chemischen Reize. Folgende Punkte sind weiter studirt und discutirt worden. Im Interesse des sachlich Zusammengehörigen gebe ich hier die strenge Chronologie auf.

1. Die Zahl der Zuckung gebenden Mittel wurde vermehrt. Von ihnen sind zu nennen: eine Anzahl von Salzen schwerer Metalle, namentlich: Eisenchlorid, schwefelsaures Zink, Chlorzink etc., ferner Chromsäure, Milchsäure, Chloroform, Glycerin, Galle, Harnstoff[1]).

---

[1]) Kölliker. Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche. Verhandlungen d. med.-phys. Gesellsch. in Würzburg. Bd. 7. S. 145; 1857. — W. Kühne. Ueber directe und indirecte Muskelreize. Reichert und du Bois-Reymond: Archiv für Anat., Phys. etc. 1859. S. 213, bes. S. 230. Abweichende Angaben über einzelne Lösungen machten Wundt und Schelske: Ueber die chemischen Muskelreize. Verhandlungen des naturhist. med. Vereins zu Heidelberg. Bd. 7, S. 245, 1859 und S. 263 des Archivs von Reichert und du Bois-Reymond. 1860. Albers, welcher bisweilen bei dieser Gelegenheit bezüglich der Galle angeführt wird, hat diese nicht direct auf die motorischen Nerven applicirt. Virchow's Archiv. Bd. 23. S. 582. 1862. — W. Kühne. Ueber die chem. Reizung der Muskeln und Nerven etc. Reichert und du Bois-Reymond. Archiv für Anat., Phys. etc. 1860. S. 315, bes. S. 339 ff. — A. Eulenburg. Bemerkung über die Wirkungen der Metallsalze auf die motorischen Froschnerven. Allgem. med. Centralzeit. 1860. Nr. 66. S. 522. — A. Eulenburg und L. Ehrenhaus. Wirkung des Digitalins auf das ausgeschnittene Herz und der concentrirten Metallsalzlösungen auf die motorischen Nerven bei dem Frosche. Schmidt's Jahrbücher. Bd. 107. 1860. Nr. 8. S. 160. — Richter. Ueber die Einwirkung des Harnstoffs auf die motorischen Nerven des Frosches. Inaugd. Erlangen 1860. Buchner; in der Zeitschrift für Biologie. Bd. X. S. 373. 1874. Bd. XII. S. 129. 1876.

2. Die Procentgehalte einzelner Lösungen an wirksamen Stoffen wurden in einigen Fällen noch niedriger gefunden, als ich sie angegeben hatte, was wegen verschiedener Erregbarkeit der Nervmuskelpräparate nicht auffallen kann. Für einige andere Zuckungen erregende Lösungen wurden die wirksamen Procentgehalte noch besonders bestimmt. Hierzu sind namentlich die Abhandlungen von Kühne und Kölliker zu vergleichen.

3. Für einzelne Stoffe wurden bezüglich der Zuckungen erregenden Eigenschaften derselben abweichende Angaben gemacht, und zogen diese dadurch die Aufmerksamkeit besonders auf sich. Hierher gehört aufser einigen unter 1 angeführten, über welche die dazu notirte Literatur Auskunft giebt, namentlich das in Wasser gelöste Ammoniak. Ich hatte zuerst entgegen der Angabe v. Humboldt's angegeben, dafs bei ausschliefslicher Anwendung desselben auf den *Nerven* allein keine Zuckungen entstehen. Dieser Behauptung traten Kühne[1]) und Abeking[2]) bei. Negirende Angaben machte Funke[3]), theilweise abweichende Wundt und Schelske[4]). Harlefs[5]) sah Zuckungen bei Erregungen des Nerven durch *sehr verdünnte* wässerige Ammoniaklösung.

4. Es wurde auf die Unterschiede aufmerksam gemacht, welche sich ergeben, wenn man ein- und dieselbe Flüssigkeit in dem einen Fall auf

---

[1]) In den vorher citirten Abhandlungen.

[2]) E. Abeking. Ist Aetzammoniak ein Reizmittel für motorische Nerven. Jenaische Zeitschrift für Med. und Naturw. Bd. II. S. 256. 1866. Num ammonio caustico soluto nervi ranarum motorii irritentur? Berol. 1867.

[3]) Funke. Beitrag zur Lehre von der Muskelreizbarkeit. Berichte über d. Verhandl. der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Math.-phys. A. Bd. XI. 1859. S. 257.

[4]) In den vorher angeführten Arbeiten.

[5]) E. Harlefs. Wirkungen des Ammoniaks auf die Nervenstämme. Henle's und Pfeufer's Zeitschr. für rat. Medic. 3. Reihe. Bd. XII. S. 68. 1861.

den Nerven, in dem anderen direct auf die Muskelsubstanz wirken läſst. In Bezug auf diesen Punkt kommen namentlich die notirten Arbeiten von Kühne in Betracht, wozu noch die von Wundt und Schelske zu vergleichen sind, die in einzelnen Punkten von Kühne abweichen. Dieser Gegenstand ist hier nicht weiter im einzelnen zu verfolgen; er wird zweckmäſsig in die Geschichte der Irritabilitätslehre verwiesen.

5. Wie S. 89 nachzusehen, hatte v. Humboldt behauptet, daſs durch gewisse chemische Einwirkungen die Erregbarkeit gegenüber galvanischen Reizmitteln verändert und ebenso, daſs die durch ein Mittel gesetzten Veränderungen der Erregbarkeit durch ein anderes wieder aufgehoben werden könnten. Ich selbst hatte mich mit diesen Punkten nicht beschäftigt, später aber sind mehrfach Untersuchungen in dieser Beziehung angestellt worden. Ich gebe eine Uebersicht der hauptsächlichsten.

a. *Wasser*. Nachdem Valentin[1]) und ich[2]) gezeigt hatten, daſs im Allgemeinen die Erregbarkeit motorischer Froschnerven in demselben, so lange sich seine Temperatur in den Grenzen von ca. 16° hält, sich Stunden lang erhalten kann, wiesen Kölliker[3]), Birkner[4]) und Ranke[5]) nach, daſs durch *Quellung* des Nerven im Wasser die Erregbarkeit langsam bis zu deren Vernichtung abnimmt. Auſserdem giebt Ranke an,

---

[1]) Valentin. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. II. 1. S. 96.

[2]) C. Eckhard. Ueber die Einwirkung der Temperaturen des Wassers auf die motorischen Nerven des Frosches. Henle's und Pfeufer's Zeitschrift. Bd. X. S. 165. 1850.

[3]) Kölliker. In der S. 94 citirten Abhandlung.

[4]) G. Birkner. Das Wasser der Nerven in physiologischer und pathologischer Beziehung, Augsburg 1857; und : Ueber den Werth des Wassers in der Nervensubstanz. Inaug.-Diss. 1859. Die Arbeit ist unter der Leitung von E. Harleſs ausgeführt worden.

[5]) J. Ranke. Die Lebensbedingungen der Nerven. S. 48. 1868.

dafs dem Absterben eine Erhöhung der Erregbarkeit vorausgehe. Bei nicht sehr rascher Austrocknung des Nerven, die jedoch noch keine Muskelzuckung giebt, ist die Erregbarkeit, wie Birkner[1]) und Harlefs[2]) fanden, erhöht. Bemerkenswerth ist, dafs diese Erhöhung der Erregbarkeit auch in der Weise nachgewiesen worden ist, dafs, während die direct gereizte Stelle in jeder Beziehung unverändert blieb, eine abwärts von jener gelegene ausgetrocknet wurde[3]).

b. Aehnlich wie für das Wasser ist für eine grofse Zahl anderer nicht Zuckung gebender Lösungen ihr Einflufs auf die Aenderung der vorher bestehenden Erregbarkeit untersucht worden. Man kann aber von den einschlägigen Versuchen nicht durchweg behaupten, dafs sie vollkommen tadelfrei angestellt worden sind; denn die meisten sind in der Weise ausgeführt worden, dafs die gereizte und die in die Lösung eingetauchte Strecke ganz oder theilweise dieselbe war, ein Verfahren, bei welchem augenscheinlich die Gröfse des Reizes, wegen des unveränderten Leitungswiderstandes des Nerven, sich nicht gleich bleibt. Diesen Punkt betreffende Untersuchungen finden sich in den unten verzeichneten Arbeiten[4]). Im Einzelnen wurde dargethan, dafs viele dieser Mittel die

---

[1]) l. c.

[2]) E. Harlefs. Molekuläre Vorgänge in der Nervensubstanz. Abhandlungen der Königl. Bayr. Acad. d. Wiss. Bd. VIII. 2. Abth. S. 367 ff. 1858 und : Ueber die Bedeutsamkeit der Nervenhüllen. Henle's und Pfeufer's Zeitschrift f. rat. Med. 3. Reihe. Bd. IV. S. 168. 1858.

[3]) Z. B. S. 176 der letzteren Abhandl.

[4]) Cfr. die bereits ihrem Titel nach angeführten Abhandlungen von Harlefs, Ranke, Buchner; ferner : Ssubotin. Ueber die Veränderungen der Erregbarkeit durch chemische Reize. Hermann's Centralbltt. f. d. med. Wiss. 1866. S. 737. N. Mandelstamm. Ueber den Einflufs chemischer Agentien auf die Erregbarkeit der Nerven. Inaug.-Diss. Erlang. 1875.

Erregbarkeit allmählich herabsetzen, für andere aber auch, dafs sie die Erregbarkeit der Nerven steigern können. Hierzu finden sich namentlich bei Mandelstamm Beispiele. Bezüglich des Umstandes, dafs zumeist die Prüfung auf die Erregbarkeit auf der mit der Lösung benetzten Stelle geschehen ist, kann man geneigt sein, anzunehmen, dafs die unveränderte Erregbarkeit vorzugsweise in Betracht komme, weil, wie oben S. 77 u. f. dargestellt worden ist, auch nicht Zuckungen gebende mechanische Einwirkungen die Reizbarkeit erhöhen und aufserdem für die Austrocknung des Nerven die dadurch herbeigeführte gröfsere Erregbarkeit in der hier gewünschten Form nachgewiesen worden ist. Mommsen[1]) studirte besonders den Einflufs von Giften auf die Erregbarkeit der motorischen Nerven, wenn sie auf diese direct applicirt werden.

Die vielfachen Angaben über die Veränderungen in der Erregbarkeit der motorischen Nerven in Folge verschiedener in den Kreislauf eingeführter Substanzen, namentlich von Giften, habe ich übergangen, weil sie nicht rein die Wirkungen übersehen lassen, die sie allein auf die motorischen Nerven ausüben.

6. Auch hat man in neuerer Zeit mehrere Gase, nicht wie in früheren Versuchen, bei denen das ganze Nervmuskelpräparat der Einwirkung der Gasarten ausgesetzt war, und welche deshalb nicht hierher gehören, ausschliefslich auf den motorischen Nerven wirken lassen. Die bis jetzt bekannt gewordenen Versuche sind von Kühne und Jani[2]) angestellt worden. Nach diesen Beobachtern wirkt CS_2 häufig erregend, die

---

[1]) J. Mommsen. Beitrag zur Kenntnifs von den Erregbarkeitsveränderungen der Nerven durch verschiedene Einflüsse, insbesondere durch „Gifte". 1. Theil. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 83. S. 243; 181.

[2]) Kühne und Jani. Ueber chemische Reizungen. Untersuchungen aus d. physiol. Institut zu Heidelberg. IV. S. 266 ff. 1882.

übrigen Gase tödten ohne Erregung, am schnellsten HCl und NO_2. Eine besonders bemerkenswerthe Eigenschaft hat Gruenhagen[1]) der Einwirkung der Kohlensäure auf den motorischen Nerven zugeschrieben. Derselbe behauptet nämlich, dafs die mit dem genannten Gase belegte Stelle des Nerven weniger direct erregbar sei, als eine oberhalb derselben. Die Wichtigkeit dieser Angabe liegt darin, dafs der genannte Physiologe daraus den Schlufs zieht, dafs die nervöse Erregung und die nervöse Fortleitung der Erregung zwei von einander zu trennende Processe seien.

7. Endlich ist noch darauf hingewiesen worden, wie sich gegen einzelne chemische Reize die sensibeln Nerven anders als die motorischen verhalten. In dieser Beziehung ist namentlich nach Setschenow und Grützner[2]) zu erwähnen, dafs Kochsalzlösung und Glycerin, welche beide Erreger motorischer Nerven sind, weder vom Stamme des n. ischiadicus aus Reflexbewegungen erzeugen, noch auf das centrale Stück des n. vagus applicirt Aenderungen der Athembewegungen hervorrufen, oder wenn sie dies thun, wie das Glycerin, doch erst nach längerer Zeit ihre Einwirkung entfalten, während Natronlauge sehr augenscheinliche Effecte in beiden Fällen hervorbringt. Ist die Erklärung, welche Grützner von diesen Thatsachen zu geben versucht, richtig, so würden die letzteren keine Verschiedenheit der peripherischen Nervenstämme bezüglich der chemischen Reize darthun, sondern sie würden sich aus der Art begreifen, wie die sensibeln Fasern ihre Reize den Ganglienzellen der

---

[1]) Gruenhagen. Ueber die Vorgänge, welche während und nach der Einwirkung des Reizes im Nerven statt haben. Waldenburg. Berliner klinische Wochenschrift. 1871. S. 625, 626. Ueber intermittirende Nervenreize. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. VI. 1872. S. 157, 180.

[2]) Grützner und Alexander. Ueber die chemische Reizung von Nerven. Pflüger. Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XVII. S. 250.



Centralorgane zuleiten. Hierher gehörige Beobachtungen machte auch Gad[1]). Als er in der Absicht, den Vagus reizlos von den Einflüssen eines Centralorgans zu trennen, zu diesem Zwecke das flüssige Ammoniak benutzte, welches in den motorischen Nerven des Frosches und des Kaninchens die Erregungsleitung, ohne Spuren von Muskelzuckungen auszulösen, unterbricht, fand er, dafs dasselbe Aenderungen in der normalen Athmungscurve hervorrief. Ist hier alles in Ordnung, so würden diese Versuche eine wirkliche Verschiedenheit functionell verschiedener Nervenfasern in ihren Stämmen gegen chemische Reize beweisen.

---

§ 3.

Geschichte der Lehre von der thermischen Reizung des motorischen Nerven.

Auch für die Thatsache, dafs man durch Hitze, die man auf den motorischen Nerven einwirken läfst, *Zuckungen* erhalten kann, ist Swammerdam der erste Gewährsmann[2]). Waren schon nach ihm bis auf die Neuzeit weitere Angaben über die mechanische und chemische Reizung, deren Entdecker er gleichfalls ist, verhältnifsmäfsig selten, so trifft dies für die thermische Reizung gleichfalls und zwar in einem solchen Grade zu, dafs ich bis in die vierziger Jahre dieses Jahrhunderts keine von irgend einem Forscher selbstständig gemachte weitere Angabe über thermische Einwirkungen allein auf motorische Nerven habe auffinden

---

[1]) Joh. Gad. Die Regulirung der normalen Athmung. His etc. Archiv f. Anat. und Physiologie. Physiolog. Abth. 1880. S. 12.

[2]) Siehe oben S. 48.

können. Erst bei Valentin finden wir Versuche über den Einfluſs der Wärme. Die meisten derselben beziehen sich jedoch auf mit Muskeln verbundene Nerven; er macht nur wenige Angaben über den Einfluſs der Wärme auf den Nerven allein. Froschnerven in Wasser von 38° C. getaucht geben nach V. Zuckungen; der Versuch kann mehrere Mal hinter einander mit Erfolg wiederholt werden. Haben die Nerven 1 Min. lang in Wasser von 41° C. verweilt, so verlieren sie ihre Kräfte [1]).

Bald darauf folgte eine Angabe von du Bois-Reymond [2]), daſs, wenn ein Nerv in Wasser von 40 bis 50° C. getaucht wird, der electrische Strom des ruhenden Nerven allmählich kleiner werde, und daſs Siedehitze je nach der Dauer ihrer Einwirkung den Strom schwächt, oder umkehrt, oder auch das electrische Vermögen des Nerven gänzlich vernichtet.

Im Jahre 1851 stellte ich selbst eine geordnete Reihe von Versuchen über die Einwirkung der Wärme auf den motorischen Nerven an und stellte damals folgende Sätze als Ergebniſs dieser Beschäftigung fest; bezüglich der Methoden verweise [3]) ich auf das Original.

1. Temperaturen von 55° R. = 68° C. an aufwärts geben Zuckungen. Selbstverständlich schwankt diese Zahl etwas, je nach der individuellen Empfindlichkeit der Präparate. Andererseits geben Zuckungen Temperaturen, welche unter 3 bis 5° R. liegen.

---

[1]) G. Valentin. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. Aufl. Bd. II. Abth. I. S. 69, 70. 1847.

[2]) du Bois-Reymond. Untersuchungen über thierische Electricität. Bd. II. S. 287.

[3]) C. Eckhard. Ueber die Einwirkung der Temperaturen des Wassers auf die motorischen Nerven des Frosches. Henle und Pfeufer. Zeitschrift f. rat. Medicin. 1. Reihe. Bd. X. S. 165. 1851.

2. Der motorische Nerv hat der Wärme gegenüber nicht die Eigenschaft, welche er der Electricität gegenüber im Allgemeinen zeigt, nämlich die *Wärmeschwankungen* durch Zuckungen zu beantworten. Die Prüfungen, welche zu diesem Satze führten, wurden veranlafst theils durch die Formulirung, welche kurz zuvor du Bois-Reymond dem allgemeinen Gesetze der Reizung der Muskelnerven durch den constanten Strom gegeben hatte, theils durch die Angabe von E. H. Weber, dafs unsere Sinnesnerven weniger die absolute Temperatur, als Temperaturunterschiede beantworten. Ich stützte meine Lehre durch einen Doppelversuch, von welchem der eine Theil zeigte, wie die Zuckung ausbleibt, bei Schwankungen zwischen Temperaturen, von denen die höhere nicht in Zuckungen gebende Temperaturen fällt, und welche zugleich gröfser sind, als solche, von denen die höhere in Zuckungen gebende Temperaturen hineinragt, der andere darthat, dafs bei Rückschwankung der Temperatur von derjenigen, welche Zuckung gegeben hat, zu der, von welcher man anfänglich ausgegangen, keine Zuckung entsteht. Der zweite Theil dieses Versuchs ist, wie ich später überlegt habe, nicht beweisend, da auch bei electrischer Reizung die negative Schwankung, selbst wenn sie einer positiven, Zuckungen erregenden gleich ist, nicht Zuckungen zu geben braucht.

3. Für die nicht Zuckungen gebenden Temperaturen, deren genauere Untersuchung damals nicht in meinem Versuchsplane lag, stellte ich nur fest, dafs der Nerv in ihnen später oder früher abstirbt, im Allgemeinen so, dafs die Schnelligkeit des Absterbens nicht proportional der Erhöhung der Temperatur geschieht, sondern schneller als diese. Dieser Theil der Untersuchung war in doppelter Beziehung unvollkommen; indem ich die Prüfungen auf bestehende, oder erloschene Erregbarkeit nur mittelst der schwachen mechanischen Reizung und durch einen einfachen galvanischen Bogen vornahm und aufserdem die Möglichkeit übersah, dafs

Erhöhung der Temperatur für gewisse Zeiten eine Erhöhung der Erregbarkeit bewirken könnte.

4. Zeigte ich, dafs, wenn man das Nervmuskelpräparat bei $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$° R. unter Null[1]) gefrieren läfst, die Erregungsfähigkeit des Nerven mittelst des einfachen galvanischen Bogens aufgehoben und durch Aufthauen mit Wasser von 17 bis 20° R. wieder hergestellt werden kann.

5. Als Vorstellung für die Art, wie die Wärme Zuckung errege, blieb ich bei der Annahme stehen, dafs sie durch eine momentane Structurzerstörung geschehe. Ich stützte mich dabei auf die drei Erfahrungen: Zuckungen gebende Temperaturen rufen nur eine oder einige wenige starke Zuckungen hervor, nach Ablauf derselben kann man in der Regel von der *gereizten* Stelle aus keine neuen Zuckungen durch Wärme erregen, und endlich, weil bei nicht Zuckungen gebenden Temperaturen mit der Erhöhung derselben der Nerv immer schneller und schneller abstirbt.

Hierauf hat sich die Lehre von der thermischen Reizung der motorischen Nerven in folgender Weise weiter gestaltet.

Kurz nach meiner Arbeit erschien eine von Pickford[2]). In derselben wird einmal eine neue Einwirkung der Wärme beschrieben, die ich nicht aufgedeckt hatte, nämlich die, dafs die Erregbarkeit der motorischen Nervenstämme durch längere Einwirkung der Wärme vermehrt werde[3]). Die Beweise für diese Behauptung bestehen jedoch in blofsen Versicherungen, und spätere Forscher haben das Bedürfnifs empfunden,

---

[1]) Im Original steht fälschlich $2^1/_2$ bis $3^1/_2$° statt — $2^1/_2$ bis — $3^1/_2$°. Der Zusammenhang aber ergiebt, dafs nur die letztere Temperatur gemeint sein kann.

[2]) P. Pickford. Untersuchungen über die Lebensreize. II. Untersuchungen über die Wirkungen der Wärme und Kälte. Henle und Pfeufer. Zeitschrift für rat. Medic. Neue F. Bd. I. S. 355. 1851.

[3]) l. c. S. 338.

über diesen Punkt genauere Versuche anzustellen. Sodann bestritt er den von mir aufgestellten Satz, dafs die durch Wärme vom Nerven aus zu erhaltenden Zuckungen unabhängig von *Schwankungen* der Temperatur seien, also es dabei der Hauptsache nach auf die absolute Temperatur ankäme [1]). Er hält mithin die Temperaturdifferenz wesentlich für den Erfolg der Versuche. Da ich an dieser Stelle keine ausführliche Kritik mehr schreiben kann, so mufs ich den Leser ersuchen, zuzusehen, in wie weit ihn das Original von der Richtigkeit der Behauptung Pickford's überzeugt. Von nachfolgenden Forschern ist keiner wieder auf diesen Streitpunkt zurückgekommen.

Dann erschienen zwei kleinere Arbeiten von Harlefs und Rosenthal. Die des ersteren [2]) enthält nur einige kurze Angaben ohne Mittheilung der Methode, wie dieselben gewonnen wurden; sie ist in mehreren Punkten nicht recht klar. Dieselbe ist augenscheinlich ein vorläufiger Bericht von später erschienenen Untersuchungen desselben Autors. Da ich auf diese hernach noch zurückkommen mufs, so könnte ich hier von jener ersten Mittheilung gänzlich schweigen. Doch will ich aus ihr ein Factum hervorheben, als dessen erster Entdecker Harlefs anzusehen ist, und welches ihm als sein Eigenthum gewahrt bleiben mufs. Es ist dies die Thatsache, dafs bis zu 45 bis 48° R. erwärmte Nerven gegen die stärksten Inductionsschläge wirkungslos werden, jedoch bei der Rückkehr in mittlere Temperatur, etwa 15° R., wieder erregbar werden, jener Zustand also nur ein *Scheintod* [3]) ist. Einige die Schilderung dieses Zustandes

---

[1]) l. c. S. 341 bis 346.

[2]) E. Harlefs. Ueber Lebensreize der Nerven. Aerztliches Intelligenzblatt des ärztlichen Vereins zu München. Nr. 17. 23. April 1859.

[3]) Harlefs ist später, Henle's und Pfeufer's Zeitsch. f. r. Med. 3. R. Bd. VIII. S. 152, 1860, noch einmal ausführlich auf diesen Punkt zurückgekommen.

begleitende, auf die Structur der Nerven bezügliche Bemerkungen sind etwas auffällig. Nachfolgende Forscher haben diesen Scheintod des Nerven gleichfalls beobachtet und noch etwas genauer untersucht.

Es folgt nun eine Notiz von Rosenthal[1]). Derselbe hob dreierlei hervor. 1. Er sah bei gewissen Temperaturen, z. B. 40 bis 50° C., die Erregbarkeit weniger rasch sinken, als ich. Dies erklärt sich augenscheinlich dadurch, dafs ich die Prüfungen auf Erregbarkeit nur mit dem *einfachen* Bogen vornahm. 2. Bei 45 bis 50° C. sah er die Erregbarkeit schwinden, beim Erkalten aber *zurückkehren*, eine Erscheinung, die analog ist der von mir für gewisse Temperaturen unter 0° C. beobachteten. 3. Bei Erwärmung des Nerven von 40 bis 45° C. sah er einen Tetanus auftreten, der bis zu 20 Sec. anhalten konnte. Die Form dieses Tetanus hat er damals aber nicht beschrieben. Auf denselben haben wir hernach noch besonders zurückzukommen.

Bis dahin haben wir als Wirkung der Temperatur auf motorische Nerven: Zuckungen in zwei verschiedenen Formen, aufserdem Verschwinden der Erregbarkeit mit nachheriger Wiederherstellung derselben, gleichfalls in verschiedener Weise, vorausgesetzt, dafs man die durch Gefrierenlassen zu erzielenden Wirkungen als reine Temperaturwirkungen auffassen will. Diese zweite Wirkung kann auch als Veränderung der Erregbarkeit ausgedrückt und dann noch eine Anzahl anderer Wahrnehmungen unter diesen Punkt subsumirt werden. Hierher gehört zunächst die von Helmholtz[2]) schon im Jahre 1850 gefundene Thatsache, dafs

---

[1]) J. Rosenthal. Ueber den Einflufs höherer Temperaturgrade des motorischen Nerven. Allgem. med. Centralzeitung. 1859. Nr. 96.

[2]) Helmholtz. Vorläufiger Bericht über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreizung. J. Müller. Archiv f. Anat. u. Phys. 1850. S. 71. Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven. Ibid. 1850. S. 276.

Erkältung des Nerven die *Fortpflanzungsgeschwindigkeit* des Innervationsvorganges und die Zuckungsdauer verlängert, demnächstige Erwärmung beide wieder erhöht. Nach einer später von Hermann gemachten Bemerkung scheint man jedoch diese Beobachtung nicht dahin ausdehnen zu dürfen, dafs man annimmt, es nehme die erwähnte Fortpflanzungsgeschwindigkeit auch noch bei Temperaturen unter Null ab[1]). Nach Helmholtz sollte die Verlängerung der Zuckung durch Erkältung sich auch dann noch geltend machen, wenn die Erregung unterhalb der erkälteten Stelle stattfindet. Hermann stimmt damit nicht überein[2]). So ganz unmöglich wäre übrigens ein solches Verhalten nicht, da, wie oben dargestellt worden ist, Durchschneidungen und Unterbindungen der Nerven gleichfalls die Erregbarkeit auf Stellen, die unterhalb der betroffenen Strecke liegen, ändern. In der Folge wird noch eine Angabe vorkommen, die gleichfalls in diesem Sinne spricht. Dann gehören weiter hierher diejenigen Veränderungen der Erregbarkeit durch die Temperatur, welche sich auf die *Höhe* der Zuckung beziehen. In den zunächst zu erwähnenden Arbeiten tritt die Beschäftigung mit den Veränderungen der Erregbarkeit besonders hervor, doch erscheinen ab und zu auch noch Angaben über die Zuckungen erregenden Temperaturen.

Schelske[3]) wies für die zwischen 36° und der (ca. 15° C. betragenden) normalen Temperatur der Gewebe des lebenden Thieres liegende Temperatur der Nerven des Frosches nach, dafs jene die Erregbarkeit dieser in einem ersten Stadium *erhöhen*, in einem zweiten darauf folgenden *herabsetzen*, in welch letzterem die gesunkene Erregbarkeit wieder durch

---

[1]) L. Hermann. Handbuch der Physiologie. Bd. II. Th. 1. S. 23. 1879.

[2]) l. c. Bd. I. Th. 1. S. 39.

[3]) R. Schelske. Ueber die Veränderungen der Erregbarkeit des Nerven durch die Wärme. Habilitationsschr. Heidelberg. 1860.

niedrige Temperatur gehoben werden kann. Für Temperaturen, welche unter der normalen Höhe liegen und nicht allzu tief herabgehen, zeigte er, daſs sie ohne merkliche Erregbarkeitserhöhung die Erregbarkeit herabsetzen, die jedoch gleichfalls durch höhere Grade wieder gehoben werden kann. Von anderen Einzelheiten dieser Arbeit möge noch erwähnt werden, daſs bei Erniedrigung der Temperatur unter die Normaltemperatur ähnlich, wie es schon Helmholtz angegeben hatte, auch die unterhalb der erkälteten Stelle liegende Strecke in ihrer Reizbarkeit beeinfluſst wurde. Mit Temperaturen, welche Zuckung geben, hat sich Schelske nicht beschäftigt.

Hieran schlieſst sich eine Arbeit von Afanasieff[1]). Während in den Versuchen von Schelske der Nerv der Temperatur feuchter Luft ausgesetzt wurde, lieſs Afanasieff verschieden temperirtes, sorgfältig gereinigtes Oel einwirken. Die Versuchsfrösche hatten zumeist Temperaturen um 20° C. In erster Linie kam er wesentlich zu demselben Resultat, wie Schelske, insofern er nämlich bei Erwärmung des Nerven von 20 bis zu 35° C. anfangs Erhöhung, dann Sinken der Erregbarkeit bis zum völligen Absterben beobachtete. Die Steigerung der Erregbarkeit ist um so beträchtlicher, je höher die Temperatur und je frischer der Nerv. Die Beobachtung von Schelske, daſs die in Folge höherer Temperatur gesunkene Erregbarkeit durch Anwendung niedriger Temperatur wieder gehoben werden könne, bestätigte er und betonte besonders den als *Scheintod* des Nerven bezeichneten Fall, in welchem eine durch Erwärmung herbeigeführte völlige Unerregbarkeit gegen sehr starke Inductionsströme durch niedere Temperatur wieder zur deutlichen Erreg-

---

[1]) N. Afanasieff. Untersuchungen über den Einfluſs der Wärme und der Kälte auf die Reizbarkeit der motorischen Froschnerven. Reichert und du Bois-Reymond. Arch. f. Anat. und Phys. 1865. S. 691.

barkeit gehoben wurde. Doch hatten schon Harlefs und Rosenthal das Grundphänomen gesehen und ersterer auch den Ausdruck *Scheintod* gebraucht. Läfst man die Temperatursteigerung auf einen Nerven wirken, dessen Erregbarkeit im Sinken begriffen ist, so fällt die Steigerung der Erregbarkeit minder beträchtlich aus. Auch bei noch höheren Temperaturgraden bis zu 60 bis 65° C. beobachtet man, falls keine Zuckungen auftreten, dieselbe Steigerung mit nachfolgendem Abfall der Erregbarkeit bis zum Absterben, nur sind die Zeiten für diese beiden Zustände sehr kurz und können um so schwieriger aufgezeigt werden, je höher die Temperatur. Allmähliche Abkühlung der Nerven unter 20° C. hat anfangs keinen merklichen Einflufs auf die Gröfse der Erregbarkeit, verlängert aber die Dauer der letzteren. Geht die Temperatur etwas weiter, von 15 bis 0° herunter, so nimmt die Erregbarkeit allmählich ab. Plötzliche Abkühlung von 20 bis zu 0° bewirkt hingegen wieder anfangs Erhöhung, dann Abnahme der Erregbarkeit. Abkühlungen bis — 1 bis — 4° C. bewirken niemals Erhöhung, sondern Sinken der Erregbarkeit auf ein Minimum. Aufser mit diesen Versuchen, die mehrfach mit denen von Schelske stimmen und einige Zusätze zu denselben geben, beschäftigt sich Af. in der citirten Arbeit nur mit der bereits von Rosenthal gemachten Behauptung, dafs Temperaturen von 40 bis 45° C. den Nerven meist so erregen, dafs sehr heftige Zuckungen tetanischer Art entstehen. Dazu macht er noch den Zusatz, dafs auch bei 35 bis 40 C.°, sowie bei 45 bis 50° C. heftige Zuckungen tetanischer Art vorkommen können. Bei einzelnen Temperaturen hat er diese Zuckungen bis zu 1 Min. andauern sehen. Ich habe Gründe, diese Angabe nicht für zutreffend zu halten, obschon man den Fehler auf meiner Seite, weil ich mit Wasser experimentirt hätte, gesucht hat. Da Wasser als solches bei niederen Temperaturgraden den motorischen Nerven des Frosches so wenig schädigt, dafs, wie alle Beobachter wissen, es denselben *lange Zeit* leistungsfähig

erhält, so müssen alle Erscheinungen, die es bei höherer Temperatur hervorruft, auf Rechnung der letzteren gesetzt werden; ich kann also nicht einsehen, wo hier der Fehler liegen sollte. Des Weiteren führe ich an, dafs Grützner[1]), der mit reinem Olivenöl und einprocentiger Kochsalzlösung experimentirte, die Rosenthal-Afanasieff'sche Behauptung nicht hat bestätigen können. Endlich scheint es mir nicht schwer, einen vernünftigen Grund für meine Ansicht beizubringen, welcher zugleich die gegnerischen Angaben verständlich und erklärlich macht. Die Bemerkung bei R. u. Af., dafs diese Zuckungen längere Zeit bis zu einer Min. andauern können, führen darauf. Das Thatsächliche anlangend, so mufs dies eigentlich so ausgesprochen werden : Man *kann* bei jenen Temperaturen die genannten Zuckungen erhalten, bei Anwendung von Oel oder Quecksilber erhält man sie häufig, doch keineswegs ausnahmslos, bei Anwendung von Wasser fehlen sie. Sie sind auch, wie die Angaben von Af. ergeben, nicht auf die engen, von R. angegebenen Temperaturen beschränkt. Meiner Meinung nach beruhen sie auf *Wasserverlust* bei *dieser* Art zu experimentiren. Dafür spricht ihre Form und Dauer (diese letztere würde noch länger sein, wenn die Temperaturen von 40° C. etc. nicht gar bald den Nerven völlig erregungslos machten), ferner ihre Unbeständigkeit und vor allen Dingen ihr völliges Fehlen, wenn man temperirtes Wasser oder schwache bis einprocentige Kochsalzlösung anwendet. In dem von Af. benutzten Apparat scheint mir keineswegs das Austrocknen des Nerven an den dicht über die in das Oel eingetauchten Strecken verhütet gewesen zu sein, wenn man auch durch Vorrichtungen es auszuschliefsen *versucht* hat Gerade, weil ich das rasche

---

[1]) Grützner (mit den Herren Kamm und Plotke). Ueber verschiedene Arten der Nervenerregung. I. Ueber die Einwirkung von Wärme und Kälte auf Nerven. Pflüger. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XVII. S. 215. 1878.

Austrocknen des Nerven bei höheren Temperaturen vermeiden und mich vor den dabei entstehenden Zuckungen sicher stellen wollte, habe ich damals das *Wasser* gewählt. Meine Wahl war also nicht so fehlerhaft, als es von Denen, welche Oel angewandt haben, getadelt worden ist. Ich halte also an meiner früheren Behauptung fest, dafs Temperaturen von 35 bis 50° C. keine durch eine Temperatureinwirkung erzeugte Zuckung geben.

Noch ist ein Punkt aus der Arbeit von A. hervorzuheben. Er betrifft den Eintritt des Nerventodes bei hohen Temperaturen in seiner Abhängigkeit von der Zeit. Ich hatte in meiner Arbeit angegeben, dafs bei plötzlicher Einwirkung des bis zu 50° C. temperirten Wassers der Tod des Nerven ohne vorausgehende Zuckung im Muskel in 1 bis 2 Min. erfolge. A. gab an, dafs er bei ca. 51° C. den Tod erst nach 12 Min. habe eintreten sehen. Ich habe diese grofse Differenz nie recht begreifen können. Unterschiede in den Beobachtungen über diesen Punkt mögen immer vorkommen, je nach der Temperatur, welcher der Frosch vor dem Versuche ausgesetzt worden ist, und je nach der Stärke des benutzten Reizes zur Prüfung auf die Erregbarkeit. Seit ich erfahren habe, dafs Auerbach [1]), welcher auf Kühne's Rath sich der Temperatur der physiologischen Kochsalzlösung bediente, zu einem dem meinigen gleich kommenden Resultate gelangt ist, bin ich nicht abgeneigt zu glauben, dafs die von Af. angegebene längere Zeit von der Anwendung des Oeles abhängt. Wasser und Kochsalzlösung dringen rasch durch die Nervenhüllen hindurch und führen die Temperatur bald zu jedem kleinsten Nerventheilchen, während von dem Oel aus die Temperatur langsamer in das Nerveninnere eindringt.

---

[1]) L. Auerbach. Ueber den Einflufs erhöhter Temperatur auf die nervösen Centralorgane. Inaug.-Diss. Heidelberg. 1880. S. 26.

Ich habe bei der bisherigen Darstellung einer Arbeit nicht gedacht, auf die ich noch mit einigen Worten zurückkommen mufs. Es ist dies eine im Jahre 1860 von Harlefs[1]) erschienene. Um meine und Rosenthal's Angaben kümmert sich der Verf. nicht; zweckmäfsig hätte er im Interesse der wissenschaftlichen Entwickelung unserer Lehre sich an seine Vorgänger anschliefsen sollen. Was ich aus den etwas complicirt und nicht leicht überblickbar dargestellten Ergebnissen dieser Untersuchung klar darzustellen vermag, ist etwa Folgendes. Der Verf. läfst zunächst Temperaturen von 15 bis 30° R. dauernd auf die motorischen Nerven einwirken und beobachtet die Veränderungen ihrer Erregbarkeit mittelst Schliefsen und Oeffnen constanter Ströme, deren Intensität er mit seinem Flüssigkeitsrheostaten abstuft. Dabei findet er zunächst, dafs die Froschnerven bei 15 bis 17° R. allmählich absterben, ohne dafs dabei die Erregbarkeitsabnahme zu irgend einer Zeit sprungweise geschieht. Bei 28 bis 29° R. dagegen kommt in der Absterbungsart insofern ein Sprung vor, als in der verhältnifsmäfsig sehr kurzen Zeit von 1 bis 2 Min. die Erregbarkeit von einem höheren zu einem niederen Werth übergeht. Dabei soll auch eine, wie Harlefs sich ausdrückt, Umdrehung der Zuckungsform bald nachfolgen. Er meint damit, dafs, wenn gewisse Ströme, namentlich aufsteigende, am frischen Nerven beim Schlufs Zuckungen geben, diese an dem bis auf 28° R. erwärmten nur bei der Oeffnung solche hervorbringen. Den ersten Theil dieser Angaben kann man wohl an die vorher erwähnten durch Schelske und Afanasieff bekannt gewordenen in der Weise anschliefsen, dafs man sagt: weil von diesen Temperaturen an der Wechsel zwischen Erhöhung und Verminderung der

---

[1]) E. Harlefs. Ueber den Einflufs der Temperaturen und ihrer Schwankungen auf die motorischen Nerven. Henle und Pfeufer. Zeitschr. f. rat. Medic. Dritte Reihe. Bd. VIII. S. 122. 1860.

Erregbarkeit sich auf einen kleineren Zeitraum vertheilt, so sei Harlefs, indem er die Erhöhung übersah, oder doch nicht gebührend hervorhob, das Sinken der Erregbarkeit besonders deutlich zur Beobachtung gekommen. Was die zweite auf die Umdrehung der Zuckungsform bezügliche Angabe betrifft, so müssen weitere und ausgedehntere Versuche angestellt werden, um zu sehen, wie sich hier auszudrücken ist. Ob zwischen diesen Erscheinungen und den oben S. 82 von Grützner angegebenen irgend ein Zusammenhang besteht, darüber stehen gleichfalls noch die Untersuchungen aus. Bei Erkältungen des Nerven bis auf 0° und einige Grade darunter hat auch er gleich Afanasieff Erhöhung der Erregbarkeit beobachtet, aber zum Theil bei anderen Temperaturen, als dieser. Die bemerkenswertheste Differenz in den Angaben beider Beobachter liegt darin, dafs, während Harlefs *Erhöhung* der Erregbarkeit bei Abkühlung bis auf — 2 bis — 3° R. angiebt, Afanasieff behauptet, dafs bei Abkühlungen von — 1 bis — 4° C. niemals Erhöhung der Erregbarkeit vorkomme [1]). Afanasieff, welcher später als Harlefs arbeitete, hätte wohl auf diese Abweichungen etwas näher eingehen können.

Endlich wären noch Versuche von Wundt [2]) über den Einflufs der Temperatur auf den motorischen Nerven zu erwähnen. Ich bin leider nicht im Stande dem Leser ein vollkommenes Bild von denselben zu geben. Mir persönlich erscheinen nämlich diese Versuche so verwickelt, dafs, als ich eine Darstellung ihres Inhaltes im Einzelnen versuchte, mir dabei stets Bedenken vorkamen, ob die Ableitungen, welche der Verf. macht, nach allen Seiten sicher gestellt wären. Ich hätte daher zum Zwecke einer mich befriedigenden Darstellung immer meine Zweifel aus-

[1]) Man vergl. hierzu S. 697 bei Afan. mit S. 149, 151 bei Harlefs.

[2]) E. Wundt. Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren. 1. Abth. S. 208 ff. 1871.

drücken müssen, wodurch die Darstellung ungebührlich lang ausgefallen wäre. Der Leser versuche also durch Prüfung des Originals sich selbst aufzuklären. Ich will aber nicht unterlassen, auf einen neuen Gedanken aufmerksam zu machen, welcher in Versuchen *vor* Wundt nicht erscheint. Die früheren Untersucher berührten nämlich als Folgen der Temperaturänderungen am Nerven : den Eintritt oder das Fehlen der Zuckung überhaupt, dann ferner die Veränderungen der Zuckung bezüglich der Intensität und Dauer (letztere nur in untergeordnetem Maſse), sowie endlich die der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung. Wundt nun, welcher allerdings auch auf einige dieser Beziehungen Rücksicht nimmt, sucht noch darzuthun, daſs die Wärme auſserdem einen Einfluſs auf den *Grad* der Ausbildung der Zustände erhöhter und verringerter Erregbarkeit habe, welche durch den constanten Strom in dem Nerven hervorgerufen werden, wobei er sich nur auf eine extrapolare Strecke beschränkt. Dies scheint mir der wichtigste und ihm eigenthümliche Punkt seiner Untersuchungen zu sein.

Die Geschichte der Versuche über den Einfluſs der Wärme auf die sensibeln Nerven und die Centralorgane hat hier in Uebereinstimmung mit der Ueberschrift dieser Abhandlung keine Berücksichtigung gefunden.

Die Geschichte dieser Abhandlung schlieſst nahezu mit dem Jahre 1882 ab.



IV.

Beiträge zur Geschichte der Experimentalphysiologie des Nervensystems.

Von

C. Eckhard.

Geschichte der Physiologie der motorischen Nerven des Auges.

15*

§. 1.

Zur Geschichte des Oculomotorius von Galen bis auf Whytt.

Bruchstücke aus der Physiologie dieses Nerven waren schon sehr früh bekannt; freilich nur als Thatsachen, nicht als zum Bewufstsein gekommene Functionen desselben. Aufserdem hat man, sobald einmal die physiologische Stellung der Nerven zu den Muskeln im Allgemeinen bekannt war, aus der jeweiligen bekannten anatomischen Verbreitung des Oculomotorius, gleichfalls verhältnifsmäfsig früh, auf gewisse Functionen unseres Nerven geschlossen.

Bereits bei Galen finden sich in beiden Beziehungen Angaben. Dieser kannte den Versuch, dafs beim Schlufs des einen Auges die Pupille des anderen sich erweitert und beim Oeffnen von jenem diese zur früheren Enge zurückkehrt. Noch unbekannt mit der anatomischen Verbreitung des Oculomotorius bis zur Iris und ebenso unbekannt mit einem directen Versuch an diesem Nerven erläuterte er sich die beschriebene Erscheinung in der Weise, dafs er annahm, es dränge bei dem Verschlufs eines Auges vom Gehirn her in das offene Auge mehr Spiritus, als demselben zukommen könne, wenn beide Augen geöffnet wären [1]). Ferner finden wir bei Galen die Angabe, dafs der Oculomotorius das Auge

---

[1]) Claudii Galeni opera omnia. Editionem curavit Carolus Gottlob Kühn. Vol. V. p. 614.

bewege. Indeſs ist nicht befriedigend klar herauszubekommen, welche Nervenbestandtheile er in sein zweites Paar, welches ungefähr dem heutigen n. oculomotorius entspricht, einschlieſst, und deshalb ist auch die gemachte Angabe wenig bedeutungsvoll. Es scheint, als ob Galen zu der Ansicht über die Stellung des Oculomotorius zu den Bewegungen des Auges weniger durch eine genaue Präparation desselben bis zu den Muskeln hin, als in Folge der Ausdehnung seiner Lehre von der verschiedenen Function seiner harten und weichen Nerven auf den seiner Ansicht nach harten Oculomotorius, gekommen wäre [1]).

Jenes erste Bruchstück dieser primitiven Physiologie des n. oculomotorius ist vielfach Gegenstand der Beobachtung und Erweiterung geworden, bevor man seine wahre Beziehung zum Oculomotorius einsehen lernte. Ich hebe zunächst die hervorragendsten Beschäftigungen mit demselben bis zu dem Zeitpunkte hervor, wo zum ersten Male ein solches Verständniſs desselben hervortritt, welches sich möglichst nahe der heute davon gegebenen Erläuterung anschlieſst [2]).

Rhazes scheint zuerst an *einem* und *demselben* Auge die wechselnde Weite der Pupille bei verschiedenen Beleuchtungsgraden gesehen zu haben. So viel mir bekannt, hat Morgagni [3]) die folgende Stelle aus

---

[1]) Vergl. hierzu die Arbeiten von Daremberg, welcher dem Studium des Galen besonderen Fleiſs zugewendet hat. Exposition des connaissances de Galien sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris 1841. p. 50. 78. Oeuvres anatomiques, physiologiques et médicales de Galien. Tom. I. Paris 1854. p. 583, 588.

[2]) Ich bitte, dabei zu beachten, daſs ich hier keine Geschichte der gesammten Pupillarbewegung zu schreiben beabsichtige, sondern diese nur insoweit ins Auge fasse, als sie mit der Physiologie des Oculomotorius zusammenhängt.

[3]) Joh. Bapt. Morgagni. Epistolae anatomicae duodeviginti ad scripta pertinentes celeberrimi viri Antonii Mariae Valsalvae etc. Venetiis 1740; epistola XVII. p. 248.

dessen Buche „Ad Almansor" aus Licht gezogen : „in uveae medio, in loco scilicet ubi grandineo opponitur humori, est foramen quod quandoque dilatatur, quandoque constringitur prout grandineo humori causa luminis necessarium fuerit. Constringitur enim cum lumen est multum, et dilatatur cum est in obscuro. Hoc autem foramen est pupilla." Auf eine ähnliche Stelle : „uvea cujus foramen est pupilla, aperitur in mediocri lumine, excessivo constringitur in suo foramine" bei dem in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts lebenden Achillini hat gleichfalls zuerst Morgagni[1]) aufmerksam gemacht. Die Galen'sche Form der Beobachtung findet sich wieder bei Argenterius[2]) und Laurentius[3]) in dem Streite beider über die Galen'sche Ansicht von dem spiritus animalis; dies näher auszuführen liegt hier kein besonderes Interesse vor.

In den vereinigten Beobachtungen von Galen, Rhazes und Achillini lag bereits die *consensuelle* Irisbewegung ausgesprochen, obschon, wie es scheint, sie sich bei keinem dieser Beobachter betont findet.

Erweitert wurden diese ersten Funde über die Bewegung der Pupille durch Fabricius ab Aquapendente. Dieser theilt mit, daſs die Pupille der Katze innerhalb kurzer Zeit bei offenen Augen des Thieres sich bald erweitert, bald verengert, eine Bewegung, welche er als eine freiwillige aufzufassen geneigt war; doch macht er keine bestimmte Annahme über den Nerven, welcher bei dieser Bewegung etwa betheiligt

---

[1]) J. B. Morgagni. Adversaria anatomica etc. Venetiis 1762. p. 17 unten in der Anmkg.

[2]) Argenterius. De somno et vigilia. Florentinae 1566. lib. II. cap. VIII.

[3]) Laurentius. Historia anatomica humani corporis et singularum ejus partium. lib. X. quaest. VIII. Francof. 1595.

sein könnte [1]). Aehnliche Beobachtungen sind später noch mehrfach auch an anderen Thieren gemacht worden; aber es ist bei keinem Beobachter aus dieser Thatsache eine Hypothese über einen dabei fungirenden Nerven zu finden. Fabricius theilt mit, dafs er durch Paul Venetus erfahren habe, dafs die menschliche Pupille sich je nach dem verschiedenen Grade der Beleuchtung verschieden weit gestalte. Er hat also die Beobachtungen von Rhazes und Achillini aus den Quellen nicht gekannt. Endlich gedenkt derselbe bereits der Erweiterung der Pupille bei Unreinlichkeiten der Augenmedien.

Eine wichtige Beobachtung über die Pupillarbewegung wurde von Scheiner [2]) gemacht, nicht lange nach der Behandlung dieser Bewegung durch Fabricius, nämlich die Abhängigkeit der Pupillarbewegung von der Accommodation. Ich schreibe den ganzen Versuch hierher, da später noch auf ihn zurückzukommen ist. Jener sagt : „Accipe in manum aciculam aut quid simile eamque ab oculo in aciculae caput intento remotam tene, sensimque ad oculum admove; ita ut crassitie digiti vix absit; una cum accessu aciculae ad oculum tuum claudetur pupilla ejusdem, una cum recessu ab eodem aperietur, sensibili differentia quod videbit is, quem veritatis testem et philosophiae amicum adhibueris; is enim in pu-

[1]) Hieronymus Fabricius ab Aquapendente. Opera omnia anatomica et physiologica. Lug. Batav. 1737. p. 229. Dieser Anatom schrieb 1600 die Abhandlung : de visione, voce et auditu und 1601 den Tractatus de oculo visusque organo. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, diese Abhandlungen in ihren ursprünglichen Formen zu lesen und kann daher auch die Zeit nicht angeben, zu welcher jener die erwähnten Angaben zuerst gemacht hat.

[2]) Scheiner. Oculus hoc est fundamentum opticum. Oeniponti 1619. p. 31. Nach Porterfield : A treatise on the eye. Vol. I. 1759. S. 157 soll Scheiner nicht der *Entdecker* dieses Versuches sein. Doch wird daselbst nicht gesagt, wer derselbe sei, so dafs ich zur Zeit nicht angeben kann, auf welchen Autor der erwähnte Versuch zurückzuführen ist.

pillam oculi tui intentus, eandem modo dehiscentem, modo conniventem spectabit. In hoc tamen casu obtutus tuus fixus erit in caput aciculae, aut aliam quamcunque rem similem minutam oculoque praefixam; alterque oculus claudetur. Neque necesse est hic a tenebris in lucem, aut ab hac in illas converti; sed affectus idem in utrovis sequetur." Dieses Zusammenhangs zwischen Pupillarbewegung und Accommodation ist von späteren Beobachtern[1]) mit kleinen Variationen der Beschreibung noch mehrfach gedacht worden, ohne jedoch jederzeit gebührend auf das Original zu verweisen.

Einen weiteren Einfluſs auf die Pupille entdeckte Rajus[2]), nämlich die Erweiterung derselben durch den Saft der Belladonna. Diese Beobachtung, obschon sie von Daries[3]) aufgefrischt und weiter geführt worden war, ist später so sehr in Vergessenheit gerathen, daſs, als Himly[4]) sie wieder auffand, dieselbe neu schien. Die Thatsache, daſs mit dieser Wirkung der Belladonna auf die Pupille auch die Accommodationsfähigkeit, vorzugsweise die in die Nähe, geschwächt wird, stammt, wie hier gleich bemerkt werden mag, aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts. Sie wurde

---

1) z. B. Plempius. Ophthalmographia. Lovanii 1659. p. 17. A. Monro. Observations on the structure and functions of the nervous system. Edinburgh 1783. p. 96.

2) J. Rajus. Historia plantarum generalis. Lib. XIII. cap. XXIII. Vol. I. erschien 1686, Vol. II. 1688.

3) Daries. Dissertatio de Atropa Belladonnae. Lipsiae 1776. Abgedruckt bei Baldinger. Sylloge selectorum opusculorum etc. Vol. II. Goetting. 1777. p. 88. Bei Daries findet sich auch schon die gewöhnlich Kieser zugeschriebene Beobachtung, daſs die Belladonna im Vogelauge keine Veränderung hervorrufe.

4) Himly. Ophthalmologische Beobachtungen und Untersuchungen. St. 1. S. 3, 7. 1801? Die Darstellung der vielfachen Wiederholungen dieser Beobachtung zur damaligen Zeit, namentlich in Frankreich, hat hier keinen Werth.

zuerst von Wells[1]) bemerkt, und es sind von ihm darüber besondere Experimente am Menschen angestellt worden.

In der viel genannten Ophthalmographie des Plempius[2]) kommen zwar einige neue Thatsachen vor, die an und für sich bemerkenswerth sind, welche aber von Plempius nicht benutzt worden sind, das Verständnifs der Pupillarbewegung wesentlich weiter zu bringen, als es zu dieser Zeit lag. Insbesondere sind folgende Angaben davon hervorzuheben. Er merkt an, dafs bei dem Zudecken eines Auges die Pupille des anderen sich auch dann erweitere, wenn dieses sich in absichtlicher Beleuchtung befindet. Ferner kennt er die Thatsache, dafs bei Trübungen der Augenmedien eine verschiedene Beleuchtung des gesunden Auges, variable Weite des kranken Auges, wenn auch nicht so, als wenn es gesund wäre, giebt.

Weiter ist einer physiologischen Wahrnehmung zu gedenken, welche zeitiger, als es geschehen ist, auf die richtige Spur bei der Ausdeutung des Pupillarphänomens hätte führen können, wenn sie gleich im Anfang ihrer Entdeckung hinlänglich bekannt, gewürdigt und mit den bis dahin bekannt gewordenen Beobachtungen verknüpft worden wäre. Es ist dies die Beobachtung, dafs das Licht bei unserem Phänomene nicht durch eine directe Einwirkung auf die Iris wirkt. Wenn mir in dieser Beziehung Nichts unbekannt geblieben ist, hat zuerst Scheiner[3]) diese Thatsache an ausgeschnittenen, noch warmen Thieraugen beobachtet. Man mag vielleicht heute Scheiner's Versuch nicht mehr für ganz

---

[1]) Ch. Wells. Observations and experiments of vision. Philosophical transactions of the Roy. Soc. of London für 1811. Part. II. p. 378; deutsch bearbeitet von Gilbert; dessen Annalen der Physik. Bd. 43. 1813. S. 128.

[2]) Plempii Ophthalmographia. Lovanii 1659. p. 17.

[3]) Scheiner. Oculus hoc est fundamentum opticum. Oeniponti. 1619. p. 30.

überzeugend halten, und in der That ist er auch später durch bessere von Fontana[1]), Müller[2]) und E. H. Weber[3]) ersetzt worden, aber in jener Zeit hätte er sehr werthvoll sein können.

Endlich kann noch die Thatsache erwähnt werden, daſs die Pupille der Katze, unter Wasser getaucht, sich erweitert. Es scheint, als ob Mery[4]) diese Beobachtung zuerst gemacht habe. Sie hat zwar nicht direct auf die Ausbildung der richtigen Vorstellung über die Stellung des Oculomotorius zur Pupillarbewegung eingewirkt, aber in der Geschichte der letzteren bildet sie immerhin einen beachtbaren Punkt. Andere Umstände, welche von Einfluſs auf die Pupillarbewegung sind, wie: Veränderungen der Pupille im Schlaf, Eigenthümlichkeit derselben bei verschiedenen Thieren etc. sind gleichfalls schon früh beobachtet worden; an dieselben knüpft aber die Geschichte des Oculomotorius nicht unmittelbar an, und hat daher ihre genauere Mittheilung für unsere Zwecke hier keinen besonderen Werth.

Nach dieser Uebersicht der bedeutungsvolleren Thatsachen über die Pupillarbewegung aus den älteren Zeiten haben wir uns nun die Zergliederungen anzusehen, welche die in Rede stehende Erscheinung bis zu dem Zeitpunkte erfahren hat, wo zum ersten Male eine im Ganzen richtige Darstellung derselben auftritt.

Wie sich Galen die Erscheinung erläuterte, ist bereits oben angegeben worden. Rhazes und Achillini scheinen nicht weiter über den

---

1) Fontana. Dei moti dell iride. Lucca 1765. p. 7.

2) J. R. Müller. De irritabilit. iridis hincque pendente motu pupillae. Basil. 1760. p. 9. 59.

3) E. H. Weber. Annotationes anatomicae et physiologicae. Programmata selecta. Fasc. III. I. Tractatus de motu iridis ex anno 1821. p. 17.

4) Mery. Des mouvements de l'iris. Histoire de l'académie Royale des sciences. Année 1704. p. 261.

Grund der von ihnen gemachten Wahrnehmungen nachgedacht zu haben. Argenterius läugnete die Richtigkeit der Galen'schen Ansicht, und zwar auf die Bemerkung hin, daſs die Nerven, in welche der spiritus animalis flieſsen solle, gar nicht bis zur uvea vordrängen. Denkt man, wie augenscheinlich Galen und Argenterius es thaten, dabei an den Opticus, so war ohne Zweifel dieser Gegengrund für die damalige Zeit gut ersonnen. Uebrigens hält Argenterius an der Vorstellung eines Flieſsens vom Gehirn in das Auge fest und verlegt es in die Gefäſse. Bemerkenswerth ist, wie Galen bereits fühlte, daſs mit seiner Annahme die Erkenntniſs der Erscheinung noch nicht abgeschlossen sei; denn er suchte nach einer weiteren Einrichtung, durch welche die Erweiterung geschehe und glaubte sogar eine solche experimentell nachahmen zu können. Dem Fabricius wollte gleichfalls die Galen'sche Meinung nicht zusagen; das Spiel der Katzenpupille bei beiden offnen Augen sprach ihm hauptsächlich dagegen. Da ihm die durch Paul Venetus, wie es scheint, selbstständig aufgefundene Beobachtung des Rhazes bekannt ist, so sieht er zufolge mancherlei Ueberlegungen die Bewegung der Pupille im Interesse des Sehens und des Schutzes der Krystalllinse an und stellt sich vor, daſs sie selbst nach Art der Bewegung des Herzens oder des Penis in Folge einer äuſseren Erregung, hier durch das Licht, und einer besonderen der Iris inhärenten Eigenschaft, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, geschehe. Selbstverständlich ist bei Fabricius keine Rede davon, wie das Licht diesen Reiz ausübe und auch nicht davon, welches die Beschaffenheit des Mechanismus dieser Ausdehnung und Zusammenziehung im Einzelnen ist, welcher die Bewegung ausführt. So roh diese Vorstellung ist; man kann nicht sagen, daſs sie in ihrer Form absolut falsch wäre. Die Unvollkommenheiten, mit welchen jene bei Fabricius behaftet war, blieben noch lange Zeit bestehen. Es suchten zwar Cartesius, Riolan und Veſs-

ling[1]) einige Klarheit in den Bewegungsmechanismus der Iris durch Angaben über die Existenz und den Verlauf von Fibern in der Regenbogenhaut zu bringen; ich übergehe aber die Darstellung dieser Versuche, da sie entweder die Erscheinung zu allgemein behandeln, oder, wenn sie auf Einzelheiten derselben eingehen, sich auf allzu unsichere Wahrnehmungen stützen. Doch ist anzumerken, daſs Cartesius die Pupillarbewegung als eine *willkürliche*, unter Betheiligung des Gehirns geschehende, zu vertheidigen suchte und sie in die Reihe derjenigen willkürlichen Bewegungen verweist, die durch tägliche Wiederholung schlieſslich den Character der Unwillkürlichkeit annehmen. Auch bei Plempius[2]) findet sich kein Fortschritt. Er geht vorzugsweise darauf aus, theils die Unrichtigkeit der Galen'schen Vorstellung darzuthun, theils die Nichtannehmbarkeit der Lehre des Decartes und seiner Anhänger von der Willkürlichkeit der Pupillarbewegung zu beweisen und hält unsere Bewegung für eine durch die natürliche Lebensfähigkeit bewirkte, ein Ausdruck, mit welchem einerseits nicht leicht eine klare Vorstellung zu verbinden war, da Plempius als Gegner des Cartesius die Anwesenheit von Muskelfasern in der Iris läugnete, und der andererseits der *beiderseitigen* Pupillarbewegung bei Beleuchtung nur eines Auges, welche jener wohl kannte, keine Rechnung trug.

Im Anfang des vorigen Jahrhunderts entstand zwischen Mery und de la Hire ein Streit über die Vorgänge bei der Pupillarbewegung; die oben erwähnte Beobachtung über die Veränderungen der Pupille der unter Wasser getauchten Katze scheint dazu die hauptsächlichste Veran-

---

[1]) Man findet die Ansichten dieser Männer in der 17. anat. Epistel des Morgagni, p. 248 ff. der S. 118 citirten Ausgabe des Weiteren dargestellt.

[2]) V. F. Plempius. Ophthalmographia etc. Edit. tert. Lovanii 1659. p. 17. 250 sq.

lassung gewesen zu sein, Mery[1]) geht bei seinen Auseinandersetzungen von der Behauptung aus, dafs keine circulären, sondern nur radiäre Fasern an der Iris zu beobachten seien. Letztere waren ohne Zweifel die macroscopischen radiären Streifen, die bereits Fabricius kannte und für Muskelfasern nahm. Ferner unterstellt er, dafs das Licht nicht direct die Irisfibern reize, sondern nur die Veranlassung zum Eintritt von Nervenkräften, damals noch „esprits animaux" genannt, in die Irisfasern sein könne. Diese letztere Unterstellung begründet er, nicht etwa durch die oben erwähnte zweite Beobachtung Scheiner's, sondern durch die Angabe, dafs bei einer Obstruction des Sehnerven selbst das Einfallen von Sonnenstrahlen in das Auge keine Verengerung hervorbringe. Der Erfolg des Einströmens von Nervenkräften in das Auge soll eine *Verlängerung* der radiären Irisfasern, mithin eine Verengerung der Pupille sein. Die Erweiterung derselben geschehe durch die Elasticität der radiären Irisfasern. Als Beweis für diese Auffassung dient ihm die Erweiterung der Katzenpupille unter Wasser, die er sich durch die Annahme deutet, dafs unter Wasser das Thier zu respiriren aufhöre, und nun nicht mehr die Nervenkräfte in das Auge eindrängen, also auch davon nicht die Rede sein könne, dafs man die Erweiterung der Pupille solchen zuzuschreiben habe. Ferner führt er als Beweis dafür, dafs die Erweiterung der Pupille eine reine Folge der Elasticität der radiären Irisfasern sei, die Erfahrung an, dafs bei einer Obstruction des Sehnerven die Pupille sich erweitert, indem er meint, hier sei es gleichfalls klar, dafs keine Nervenkräfte mehr in das Auge eindringen könnten. Da er augenscheinlich sich vorstellt, dafs die Nervenkräfte durch den Opticus in das Auge gelangen, so mufs er wohl die Bemerkung des Argen-

[1]) Mery. Des mouvements de l'iris. Histoire de l'académie Royale des sciences. Année 1704. p. 261.

terius, welche dieser schon gegen Galen's Meinung vorgebracht hatte, nicht gekannt haben. Er verkennt zwar mehrere Schwierigkeiten nicht, die seiner Auffassung entgegentreten, namentlich die Annahme der *Verlängerung* von Muskelfasern unter dem Einfluſs von Nervenkräften, aber er sucht darüber durch einige hier nicht näher auszuführende Betrachtungen hinwegzukommen. Im Grunde genommen kommt Mery's Theorie auf die des Fabricius hinaus, nur mit der leichten Modification, daſs die Bewegung dem Eintritt von Nervenkräften von Seiten des Gehirns zugeschrieben wird, was bei jenem nicht scharf hervortritt. De la Hire[1]) fand es nicht annehmbar, daſs die radiären Irisfasern sich unter dem Einflusse von Nerven verlängern sollten und neigt dazu, daſs sie sich unter diesen Umständen, analog anderen Muskeln, zusammenziehen. Der Nachlaſs dieser Zusammenziehung bewirke die Verengerung der Pupille. Den genannten Versuch an der Katze erklärt er in der Weise, daſs er sucht darzuthun, wie die Art der Lichtvertheilung die Erweiterung mit sich bringe, was für uns kein weiteres Interesse hat. Man könne aber auch, fährt er fort, zur Erklärung der Verengerung einen besonderen circulären Muskel annehmen. Es ist dies die erste Spur, mit welcher sich der Eintritt des Sphincters in die Theorie der Pupillarbewegung ankündigt[2]). Mery[3]) hat in einer Erwiderung hierauf seine Ansicht aufrecht zu erhalten gesucht. Wesentlich Neues kommt in ihr nicht vor.

Aber all diese Erörterungen hatten es nicht vermocht, eine klare Theorie der alten Beobachtungen an der Pupille zu geben. Selbst der

[1]) De la Hire. De quelques faits d'Optique et de la manière etc. Histoire de l'académie Royale des sciences. Année 1709. p. 95.

[2]) Da der Anatom Ruysch schon 1702 des Sphincter Erwähnung thut, wäre es möglich, daſs de la Hire davon irgend welche Kenntniſs erhalten hatte und darauf hin die Einführung des Sphincter wagt.

[3]) Mery. Réponse à la critique de M. de la Hire. Ibid. 1710. p. 274. Das von mir benutzte Exemplar hat an dieser Stelle eine falsche Paginirung.



kenntnifsreiche Morgagni hatte seine Zuflucht nur zu einer hier nicht näher zu erörternden Annahme nehmen müssen, die Jedem, welchem die damals vorliegenden Beobachtungen in ihrem ganzen Umfang bekannt waren, nicht annehmbar erscheinen mufste [1]).

Mit der Auffindung eines sphincter iridis durch Ruysch [2]) und Winslow [3]), der näheren Kenntnifs der *Ciliarnerven* [4]), sowie der schärferen Betrachtung und Scheidung der verschiedenartigen physiologischen Bewegungsformen bereitete sich allmählich eine richtigere Vorstellung von den Vorgängen bei der Pupillarbewegung vor.

§. 2.
Geschichte des n. oculomotorius von Whytt bis zur Festsetzung aller wesentlicher Functionen dieses Nerven.

Es war Whytt, welcher unter passender Bezugnahme auf das ihm vorliegende Material, dem er noch einiges zufügte, zum ersten Male im Grofsen und Ganzen richtig, die auf Licht erfolgende Pupillarbewegung zergliederte. In der Abhandlung: „Of the motions of the pupil, and muscles of the internal ear“ [5]) fafst er sie *als eine durch Lichteinwirkung*

---

[1]) Morgagni. Epist. anat. XVII, 48.

[2]) Fr. Ruysch. Thesaurus anatomicus. Tom. II. Amstelod. 1702. p. 14. Tab. 1. Fig. 5.

[3]) Jacques-Benigne Winslow. Exposition anatomique de la structure du corps humain. Die erste Ausgabe erschien in Paris 1732; selbst in der letzten Ausgabe von 1752 ist die Beschreibung des Sphincter noch sehr kurz und unvollkommen. Jedenfalls hat Winslow den Muskel früher gekannt, soweit er ihn überhaupt kannte, da er desselben schon in einer früheren Arbeit gedenkt. Hier hängt Nichts von der genauen Feststellung der Zeit der Entdeckung ab.

[4]) Diesen rein anatomischen Punkt übergehe ich hier. Die hervorragendsten Arbeiten der damaligen Zeit über die Ciliarnerven findet man bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts bei Haller, Elementa physiologiae, lib. XVI, sect. II, § 30 zusammengestellt.

[5]) R. Whytt. An essay of the vital and other involuntary motions of animals.

auf die Retina erzeugte Reflexbewegung auf, welche durch die Ciliarnerven auf den sphincter iridis geschieht. Hierzu die folgenden Bemerkungen. Selbstverständlich kommt bei Whytt der Ausdruck Reflexbewegung nicht vor; aber seine Vorstellung kommt, wenn man von einigem, nicht bewiesenen Beiwerk absieht, derjenigen am nächsten, welche wir heute mit jenem Ausdruck verbinden. Whytt stellt sich vor, dafs durch die Erregung der Retina mittelst Licht eine Art Empfindung, uneasy sensation, entstehe, und dafs in Folge einer ursprünglichen Einrichtung unseres Wesens, die Seele, oder das empfindende Princip, augenblicklich bestimmt wird, solche Bewegungen auszuführen, die geeignet sind jene Empfindung zu vermindern, oder zu entfernen, also hier die Verengerung der Pupille herzustellen. Da Whytt in der Ausführung dieser Bewegung einen unabänderlichen Zwang, gelegen in unserem Bau, sieht, so entfernt ihn von dem gebräuchlichen Ausdruck der Gegenwart kaum noch Etwas, als der Gebrauch der Worte „uneasy sensation". Legt man hierauf keinen besonderen Nachdruck, so kann man nicht anders, als Whytt für Denjenigen zu halten, der zum ersten Male die Grundzüge der Pupillarbewegung in Folge von Lichteinwirkung verstanden hat. Bei der Auseinandersetzung der Gründe für seine Ansicht macht er nur von *einigen* der vor ihm bekannten und für diese sprechenden Thatsachen Gebrauch. Den ersten Beobachtern der von ihm verwertheten Thatsachen trägt er jedoch nicht immer wörtlich Rechnung, obschon man aus seinen Angaben schliefsen mufs, dafs er sie zumeist, wenn nicht alle, gut kennt. Das Gewicht des Beweises für seine Ansicht legt er in die Thatsachen, welche die gegenseitige Abhängigkeit der Bewegung *beider* Pupillen unter solchen Um-

Die erste Ausgabe erschien 1751, die zweite 1763. Ich citire nach: The works of R. Whytt. Published by his son. Edinburgh 1768. Die im Text citirte Abhandlung findet sich p. 59. Dieselbe ist übrigens ganz durchzulesen, wenn man sich überzeugen will, dafs Whytt's Ansicht meiner Darstellung entspricht.

ständen, wo die Ursache nur *eine* Pupille trifft, darthun. Als solche fungiren bei ihm : die alte Galen'sche Beobachtung mit der Abänderung, daſs die Pupille des nicht bedeckten Auges beim Schluſs des anderen Erweiterung, sogar bei Beleuchtung zeigt, ferner die Thatsache, daſs bei Beleuchtung eines Auges sich beide Pupillen contrahiren, jedoch die direct beleuchtete am stärksten, und endlich solche Fälle von Retinalähmung, bei denen die verschiedene Beleuchtung des gesunden Auges die Gröſse der Pupille des kranken entsprechend ändert [1]). Dadurch auf eine Mitwirkung des Gehirns bei der Pupillarbewegung geführt, stützt er die Annahme einer solchen noch durch Bezugnahme auf die Abhängigkeit der Pupillarbewegung von der Accommodation. Den unhaltbaren früheren Hypothesen läſst er gut begründete Widerlegungen angedeihen. Daſs er den n. oculomotorius nicht ausdrücklich einführt, obschon zu seiner Zeit der Zusammenhang dieses Nerven durch den Augenknoten mit den Ciliarnerven bekannt war, hat vielleicht darin seinen Grund, daſs man damals auch schon die Ciliarzweige aus dem Quintus kannte, daſs ferner berühmte Autoren, wie z. B. Maitre-Jan [2]), auf die Verbreitung der vom Trigeminus abgeleiteten *Ciliarnerven* in dem Ciliarcirkel etc. Gewicht gelegt hatten, und weil ihm endlich gar keine Erfahrungen darüber zu Gebote standen, auf welche Art der Ciliarnerven der Hauptnachdruck zu legen sei. Auffallend ist es, daſs Whytt, welcher die Literatur über die Pupillarbewegung sonst recht gut kannte, gar nicht der im Jahre 1727 von Petit publicirten Experimente über den Einfluſs des Grenzstranges des Sympathicus auf die Weite der Pupille gedenkt.

[1]) Ob die letzte Beobachtung *zuerst* von Whytt gemacht worden ist, oder ob sie schon vor ihm bekannt war, er sie also als eine bekannte voraussetzt, habe ich nicht befriedigend ausfindig machen können.

[2]) Maitre-Jan. Traité des maladies de l'oeil. 1707. p. 30. Das Original hat Jan, nicht Jean.

Es würde für uns heute interessant sein, zu erfahren, in welcher Weise er diese Erfahrungen im Interesse seiner Theorie verwerthet hätte.

Man sollte glauben, die gut begründete Whytt'sche Theorie hätte sofort überall bei den Physiologen Eingang finden müssen; die Verfolgung der Geschichte zeigt, dafs dies nicht so rasch gegangen ist. Die Hindernisse für die allgemeine Annahme der Vorstellung Whytt's lagen zum Theil darin, dafs Männer von Ruf sich derselben nicht anschlossen, im Gegentheil gegen dieselbe auftraten und dabei kleine Differenzpunkte stark hervortreten liefsen, ohne ihrer Uebereinstimmung in anderen wichtigeren Punkten Ausdruck zu geben, zum Theil darin, dafs sie wirklich noch mehre sachliche Defecte enthielt. Porterfield, ein sehr genauer Kenner des damaligen Zustandes der Physiologie des Auges überhaupt und der Pupillarbewegungen im Besondern, sprach sich gegen Whytt aus [1]). Doch betraf dies meiner Meinung nach nur einen verhältnifsmäfsig untergeordneten Punkt, was aber bei Porterfield nicht, sondern eher das Gegentheil, hervortritt. Er tadelt es nämlich, dafs Whytt die Pupillarbewegungen und ganz allgemein die unwillkürlichen Bewegungen als aus innerer Nothwendigkeit, unabhängig vom Willen, hervorgehend ansah. Sonst mufs er wohl, alle in Betracht kommende Momente in Erwägung ziehend, mit Whytt bezüglich der Pupillarbewegungen übereingestimmt haben. Wie wäre es auch möglich, dafs ein Forscher wie Porterfield, der die consensuelle Irisbewegung ebenso nachdrücklich wie Whytt der Besprechung unterzogen, die Mitwirkung des Gehirns bei diesen Erscheinungen hätte aufser Betracht lassen können, wenn er vielleicht auch über die Art dieser Mitwirkung etwas anderer Meinung sein konnte. Dennoch ist die wörtliche Ausführung seiner Meinung über die sympathische Pupillarbewegung dürftig und unbefrie-

[1]) W. Porterfield. A treatise on the eye. Edinburgh. 1759. Vol. II. p. 160 ff.

digend. Er sagt [1]: „From what has been said on the Motion of the Pupil, we may see the Reason why our Pupils come to sympathize with each other in their Motions; for having been accustomed to move them similarly, because of the Benefit that arises to us from that kind of Motion; we come at last to be no longer able to move them differently, just as we cannot now direct the one Eye to any Object without turning the other the same Way“. Während also Whytt die zwischen beiden Pupillen bestehende Sympathie als durch eine ursprüngliche Einrichtung in unserer Organisation bedingt ansieht, betrachtet sie Porterfield als eine erworbene, wobei man noch, falls der Tadel, von dem der letztere gegen den ersteren ausgeht, begründet erscheinen soll, unterstellen mufs, dafs von P. angenommen wird, es wären die fraglichen Bewegungen ursprünglich willkürliche gewesen. Dürftig und unbefriedigend mufs aber diese Ausführung noch weiter deshalb genannt werden, weil sie nicht das Moment berücksichtigt, dafs die besprochenen Pupillarbewegungen jedesmal erst auf eine äufsere Anregung, einen Reiz, entstehen.

Porterfield kommt bei diesen Ausführungen auch auf v. Haller's Stellung zu den unwillkürlichen Bewegungen zu sprechen. Dies ist mir in seiner Beziehung zur Pupillarbewegung nicht recht klar geworden [2]. Wenn ich dagegen bei v. Haller selbst mich über dessen Meinung über diesen Gegenstand unterrichte, so ergiebt sich Folgendes: Derselbe zögerte, sich für Whytt auszusprechen, und hat das Ansehen, welches dieser Physiologe mit Recht zu jener Zeit genofs, wohl ähnlich dem Verhalten Porterfield's, dem Eingang und der weiteren Ausarbeitung der Whytt'schen Lehre Eintrag gethan. Als er schrieb, war die Whytt'sche Arbeit bereits erschienen und ihm bekannt. Obschon

[1]) Ibid. p. 167.
[2]) Ibid. p. 162.

er die Retina und den Sehnerven für betheiligt bei dem Pupillarphänomen hält, wie er besonders aus der Unbeweglichkeit der Pupille nach Zerstörungen des Sehnerven schliefst, so scheint ihn die Whytt'sche Beweisführung nicht überzeugt zu haben. Es lag dies wohl wesentlich daran, dafs in jener Theorie der Bewegungsmechanismus der Pupille im einzelnen noch zu wenig aufgeklärt auftritt, und insbesondere ihm die Existenz des Sphincter iridis bedenklich erscheint, da er die Iris auf directe Reize sich nicht bewegen sah. Er neigt dazu, die Bewegungen der Iris als durch Nervenkraft vermittelt in der Weise anzusehen, dafs jene als die Folge einer verschiedenen Gefäfsfülle nach Art der Erection des Penis geschähen, ein Vergleich, der ursprünglich von Fabricius ersonnen und später von Mery in seinem Streite mit de la Hire wiederholt worden war [1]), sich aber als unbrauchbar erwies, da zu jener Zeit die Erection noch als eine unverstandene Erscheinung vorlag. Uebrigens hat v. Haller keine im Einzelnen klar durchgearbeitete Theorie der Pupillarbewegung gegeben, und kann ich es daher nicht gerechtfertigt finden, dafs Porterfield von einer solchen im scharfen Gegensatz zu der Whytt'schen spricht.

Auch mag das Erscheinen von Fontana's Buch [2]), in welchem die Pupillarbewegung mit Vorliebe für eine willkürliche gehalten wurde, es zum Theil mit verschuldet haben, dafs man auf Whytt's Vorstellungen mit so geringer Neigung einging.

Bezüglich anderer Functionen des Oculomotorius sind bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts keine Experimente zu berichten. Da man sich seit den Untersuchungen Galen's über den Unterschied der Sehnen und

[1]) Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal par M. Albrecht de Haller. T. I. 1756. p. 265; besonders aber die Elementa physiologiae. T. V. lib. XVI. sect. II. § 12.

[2]) F. Fontana. Dei moti del iride. Lucca 1765. p. 36 ff.

Nerven daran gewöhnt hatte, die zu den Muskeln gehenden Nerven als die Erreger der Muskeln anzusehen, so fällt hier die Geschichte der Physiologie unseres Nerven mit der seiner Anatomie zusammen und kann daher in einer jeden guten Geschichte der Anatomie nachgesehen werden. Die Erklärungen des schon im Alterthum bekannten *Strabismus* durch Erregungen und Lähmungen der Augenmuskel*nerven* erscheinen sicher schon bei Plempius [1]). Ich habe es nicht von besonderem Interesse gehalten, durch eigene geschichtliche Untersuchungen ausfindig zu machen, ob sich noch frühere Andeutungen davon vorfinden. Einen besonderen Beweis für jene Erklärung finde ich übrigens bei Plempius nicht.

Nachdem Whytt nachgewiesen hatte, dafs das bisher besprochene Pupillarphänomen ein Reflexphänomen sei, oder um einen damals üblichen Ausdruck zu gebrauchen, in einem Consensus bestehe, lag es nahe, wenigstens scheint es uns heute so, die denselben zusammensetzenden Elemente durch Versuche näher aufzuklären. In Wirklichkeit ist es aber anders gekommen. Man verstand es damals noch nicht, die feineren Experimente zur Aufklärung der Lücken, die Whytt gelassen hatte, einzurichten, und sehen wir die Physiologen anstatt mit solchen Arbeiten mit dem Studium so zu sagen mehr unwesentlicher, die Pupillarbewegung betreffender Punkte beschäftigt. Erst gegen 70 Jahre nach Whytt wurden die von diesem in der Physiologie des Oculomotorius gelassenen Lücken ausgefüllt und zwar durch H. Mayo, insofern derselbe durch tadelfreie Experimente die Bedeutung des Oculomotorius für die Pupillarbewegung darthat. Wir werfen jedoch zuvor noch einen kurzen Blick auf die Arbeiten, welche, auf unseren Gegenstand einigen Bezug habend, zwischen Whytt und Mayo liegen. Der Aufgabe,

[1]) p. 243 des oben S. 125 citirten Werkes.

dieselben *sämmtlich* im einzelnen vorzuführen und ausführlich zu besprechen, kann ich mich hier füglich überheben, theils weil sie für den Fortschritt der Erkenntnifs der hauptsächlichsten Eigenschaften des n. oculomotorius von keinem, oder nur ganz untergeordnetem Belang sind, theils weil dieselben in einer Arbeit von E. H. Weber [1]) angezogen und besprochen worden sind. Sie beziehen sich auf : den nicht die Nerven betreffenden Theil des Mechanismus der Irisbewegung, neue Begründungsformen der bereits gesicherten Ansicht, dafs das Licht bei der Irisbewegung nicht direct auf die Substanz der Iris, sondern auf die Retina wirke, und auf bis dahin unbekannte, oder wenig bekannte Umstände, welche von Einflufs auf die Pupillarbewegung sind, wie z. B. der Schlaf, die Hibernation etc. Ich will zuerst nur kurz bei denjenigen Arbeiten etwas verweilen, welche durch ihren Titel den Glauben erwecken können, sie seien geeignet gewesen, die Naturgeschichte des Oculomotorius durch Experiment oder Theorie wirklich zu fördern. Ich finde bei Desmoulins [2]) die Angabe, dafs Fowler, Reinhold und Nysten, deren Arbeiten noch sämmtlich vor die bereits angedeutete Mayo's fallen, durch Galvanisation des dritten Paares Verengerung der Pupille erzeugt hätten. Der Literaturnachweis fehlt an der betreffenden

---

[1]) E. H. Weber. Annotationes anatomicae et physiologicae. Programmata collecta. Fasc. III. I. Tractatus de motu iridis ex anno 1821. p. 1 et sqq.

[2]) A. Desmoulins. Anatomie des systèmes nerveux des animaux à vertèbres, appliquée à la Physiologie et à la Zoologie. Deuxième partie. Paris 1825. p. 692, 693. Fowler. Experiments and observations relative to the influence lately discovered by Galvani and commonly called animal electricity. Edinburgh 1793. Reinhold. De Galvanismo. Spec. I. Lipsiae 1797. Nysten. Recherches de physiologie et de chimie pathologiques. Paris 1811. Créve. Beiträge zu Galvani's Versuchen über die Kräfte der thierischen Electricität auf die Bewegung der Muskeln. Walther. Versuche mit dem Galvanismus an den Augen eben guillotinirter Menschen. Himly. Ophthalmologische Bibliothek. Bd. II. St. 2. 1804. S. 200.

Stelle bei Desmoulins. In den mir bekannten und nebenbei verzeichneten Schriften der drei genannten Autoren, sowie in einigen anderen, in denen man etwas auf unseren Gegenstand Bezügliches erwarten könnte, kann ich jedoch keine verbürgte isolirte Reizung des Oculomotorius auftreiben. Die darin enthaltenen Versuche beziehen sich nur auf electrische Reizungen des gesammten Auges, oder seiner Umgebungen; zum Theil widersprechen sich auch die Angaben über das Resultat des Reizes. Entweder ist die Angabe von Desmoulins, falls sie sich auf jene Schriften bezieht, nicht correct, insofern sie das Mangelhafte der fraglichen Versuche übersieht, oder ich habe, trotz Aufmerksamkeit, doch die richtigen Stellen übersehen, oder es sind andere, mir nicht bekannte Schriften gemeint. Ich bin geneigt, an das Erstere zu glauben, da Mayo, als er sich mit den Reizungen des Oculomotorius beschäftigte, wohl angemerkt hätte, dafs man vor ihm bereits diesen Gegenstand in der Art, wie er selbst, geprüft habe. Ich habe mit Ausnahme eines weiter unten anzugebenden Versuchs von Muck aus der Zeit vor Mayo mit Sicherheit nur eine einzige isolirte Reizung des n. oculomotorius auffinden können. Sie ist von Créve in Verbindung mit Hesselbach an einem ganz frischen Kalbskopf auf die in der Kindheit des Galvanismus gebräuchliche Art, jedoch mit vollkommen negativem Erfolg, ausgeführt worden [1]. Sodann habe ich, ehe ich zur Darstellung der Arbeit Mayo's übergehe, noch von einigen eigenthümlichen Theorien des Zustandekommens der Pupillarbewegung zu sprechen, deren Entstehung bei einer richtigen Würdigung der Argumente Whytt's kaum zu begreifen ist. Nach Treviranus [2]) und Troxler [3]) sollte das in

[1]) C. C. Créve. Beiträge zu Galvani's Versuchen über die Kräfte der thierischen Electricität auf die Bewegung der Muskeln. 1793. S. 24.

[2]) G. R. Treviranus. Physiologische Fragmente II. 1799. S. 187.

[3]) Troxler. Prüfung der bisherigen Lehre über die Bewegungen der Iris mit

das Auge fallende Licht die Ciliarnerven auf die eine oder andere Weise direct reizen. Wie war aber dann der Consens zwischen beiden Pupillen zu erläutern? Kluge [1]), welcher die fragliche Theorie glaubte durch die Bemerkung zurückweisen zu können, daſs jeder auf das Hirn gemachte Eindruck *empfunden* werden müsse, meinte, die Erregungen des Opticus würden direct auf das Ganglion ophthalmicum übertragen, indem er bei dieser Vorstellung die damals durch Reil und v. Humboldt angenommene Nervenatmosphäre eine Rolle spielen lieſs [2]). Für diese Meinung besteht indeſs dieselbe Schwierigkeit. Ich finde, daſs sich bis gegen das Ende des vorigen und den Anfang dieses Jahrhunderts nur wenige Physiologen der Whytt'schen Lehre ausdrücklich angeschlossen haben; unter ihnen ist Blumenbach [3]) zu nennen, der diese Ansicht für die wahrscheinlichste hält, doch theilt er nicht mit, daſs sie von Whytt herrühre, aber er gedenkt ihrer dem Inhalte nach als einer bereits bekannten. So ist es gekommen, daſs in manchen Schriften jener Zeit von einer Blumenbach'schen Theorie die Rede ist. Den oben S. 133 erwähnten Mangel der Whytt'schen Theorie hat er gleichwohl gefühlt.

Man ersieht aus diesen Mittheilungen, wie erstaunlich gering die Wirkung war, welche die Arbeit Whytt's in der nächsten Zeit hervor-

---

einer neuen Ansicht dieser Bewegung. Himly. Ophthalmologische Bibliothek. Bd. I. Stück 2. S. 21, 27.

[1]) Kluge und Wolfart. Ascläpieion. II. Jahrg. 2. Bd. Halle 1812. S. 31. Kurz vorher hatte auch schon Hildebrandt, Lehrbuch der Physiologie 1809, S. 267 das Ganglion als Uebertragungsort bezeichnet. Früher, de motu iridis, 1786 scheint er eine Meinung ausgesprochen zu haben, welche von der Whytt'schen kaum wesentlich verschieden gewesen sein dürfte. Ich habe das letztere Buch nicht selbst gelesen, sondern urtheile so nach einer Bemerkung von Kluge, l. c. S. 7.

[2]) S. 75 d. Bds.

[3]) J. Fr. Blumenbach. De oculis Leucaethiopum et iridis motu. Commentationes Soc. Regiae scient. Gotting. ad a. 1784, 1785. Vol. VII. p. 32. 53. 54.



brachte. Es erscheint weder ein Versuch einer gründlichen Widerlegung derselben, noch das Bestreben, sie weiter auszubilden. Zu ihrer Sicherung war vor allen Dingen eine klare Darlegung der von Whytt unterstellten Beziehungen zwischen Retina und Ciliarnerven durch das Experiment nothwendig. Dieselbe ward zum ersten Male, wie bereits angedeutet, durch wohl überlegte Versuche von Mayo [1]) vollkommen befriedigend gegeben. An Tauben fand derselbe : Nach Trennung der n. optici werden die Pupillen weit und contrahiren sich nicht mehr auf intensive Lichteinwirkung. Denselben Erfolg hat eine Durchschneidung des dritten Paares. In beiden Fällen behält der Augapfel seine Empfindlichkeit. Die Contractionen der Pupille auf Lichtreiz bleiben bestehen, wenn man den Trigeminus durchschneidet; es scheint, als habe in diesem Falle der Augapfel seine Empfindung verloren. Reizt man den n. opticus in der Schädelhöhle mechanisch [2]), so tritt eine Verengerung der Pupille ein; diese fehlt, wenn vorher das dritte Paar durchschnitten worden ist. Reizung des n. oculomotorius gibt dasselbe Resultat. Die Reizung des peripherischen Stückes eines in der Schädelhöhle durchschnittenen Opticus gibt keinen Erfolg. Mayo folgert hieraus richtig, daſs der

---

[1]) Herbert Mayo. Anatomical and physiological commentaries, Number II. July 1823. p. 4 ff. Von diesen Versuchen gaben Magendie, Journal de physiologie expérimentale, Tom. III. p. 345, 348, Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen und Froriep in seinen Notizen, 1825, April Nr. 204, die ersten Auszüge. In späteren Arbeiten über den n. oculomotorius sind diese Versuche noch unzählige Male aufgeführt worden; sie stellen auch in der That das erste gute experimentelle Material über die Physiologie dieses Nerven dar.

[2]) Ich verstehe nicht, weshalb Leeser : Die Pupillarbewegung etc. 1881. S. 12 sagt, daſs Munk gezeigt habe, der durch den Opticus auslösbare Pupillarreflex bedürfe nicht eines specifischen Reizes, insofern jener auf *mechanische* Reizung des Opticusstammes die Pupille sich verengern gesehen habe. Mayo und viele Derer, die seine Versuche wiederholt haben, zuletzt Knoll, d. Beiträge. Bd. IV. S. 115 reizten *mechanisch* den Opticusstamm mit dem angegebenen Erfolge.

Nerve, welcher die Bewegungen der Iris beherrsche, der Oculomotorius sei, und dafs die vielfach vor ihm besprochene, heute sogenannte reflectorische Irisbewegung dadurch zu Stande komme, dafs die dem Opticus mitgetheilten Erregungen dem Gehirn zugeführt würden, von wo aus dann der n. oculomotorius erregt werde. Zu derselben Schlufsfolgerung war vor Mayo nahezu Muck gekommen, nur tritt bei ihm nicht die Function von Opticus und Oculomotorius durch Versuche so klar hervor, wie bei Mayo. Die von Whytt gegebene Zergliederung scheint sich in der Stille doch den Meisten als wahr aufgedrängt zu haben. Muck aber mufste die Theorie Whytt's, welche er, ohne ihren Urheber zu nennen, mit den Worten einführt : nam procul dubio sententia eorum probabilior est, qui huncce iridis cum retina consensum ex ipso repetunt sensorio communi, in quod retina luce affecta primum agit, et cujus dein reactione per nervos ciliares iris ad motum compellitur, neben den anderen bis dahin für diese Meinung vorgebrachten Gründen deshalb noch besonders annehmbar erscheinen, weil er angibt, dafs sich die Pupille bei mechanischer und electrischer Reizung der Ciliarnerven zusammenziehe. Es ist schade, dafs Muck die Ausführung derartiger Versuche nicht genauer beschrieben hat, da sie die ersten directen, künstlichen und zwar erfolgreichen Reizungen von Bestandtheilen des Oculomotorius darstellen [1]).

Die Versuche von Mayo sind später mehrfach wiederholt worden. Dieselben sämmtlich zusammenzustellen halte ich für überflüssig, nur einige derselben mögen angeführt werden. Fario [2]) machte Durchschnei-

---

[1]) F. Muck. Dissertatio anatomica de ganglio ophthalmico et nervis ciliaribus animalium. Landishuti 1815. p. 81, 82.

[2]) Fario. Omodei annali. Marzo 1834. p. 447. Einen Auszug davon gab Behrend in seinem „Allgemeinen Repertorium“ etc. Nov. 1834. S. 227.

dungsversuche an denselben drei Nerven, welche auch Mayo in Betracht gezogen hatte; man kann aber weder von ihnen sagen, dafs sie eine wirkliche Wiederholung der Versuche Mayo's darstellen, noch, dafs sie besonders sinnvoll angeordnet waren, noch endlich, dafs der Verf. alle Einzelheiten der Mayo'schen Versuche hinlänglich erwogen habe. Ich kann also über sie hinweggehen, um so mehr, da unter ihnen keine Versuchsform vorkommt, die in Wirklichkeit den Ableitungen Mayo's widerspricht. Gerold[1]) wiederholte die fraglichen Versuche und glaubte, sie nicht sämmtlich bestätigen zu können. Insbesondere suchte er die Angabe Mayo's zu bestreiten, dafs nach der Section des Quintus die Pupille vom Sehnerven aus noch erregbar sei, von wo aus er dann weiter als wahrscheinlich folgert, dafs die Verbindung des Quintus mit dem Ciliarknoten ein nothwendiges Mittelglied für die Erregung des Oculomotorius durch den Opticus sei. Longet[2]) scheint an Hunden und Kaninchen nur denjenigen Theil der Versuche Mayo's wiederholt zu haben, welcher sich auf die centrale Reizung des n. opticus bezieht. Er klagt darüber, dafs nicht *regelmäfsig* jener eine Pupillarverengerung folge, und dafs bald sich nur die correspondirende, bald beide Pupillen bewegten. Budge[3]) bestätigte die Einflufslosigkeit des Lichtes auf die Pupillarbewegung nach durchschnittenem Opticus und die Verengerung der Pupille bei directer Reizung des Oculomotorius, wobei er jedoch nicht pflichtmäfsig genug die Beobachtung Mayo's hervorhebt. In einer der Hauptsache nach einem anderen Gegenstand gewidmeten Arbeit von

---

[1]) Gerold. Die Lehre vom schwarzen Staar und dessen Heilung. 1846. S. 224. G. spricht von einer Wiederholung der Experimente Muck's. Man sieht aber sogleich, dafs es sich um die Versuche Mayo's handelt.

[2]) F. A. Longet. Anatomie et physiologie du système nerveux etc. Tom. II. Paris 1842. p. 61.

[3]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. 1855. S. 83, 137, 139.

Knoll[1]), welcher die Versuche von Mayo kannte und auch würdigte, kommen gleichfalls Wiederholungen und Bestätigungen einzelner Versuchsformen jenes Forschers vor; insbesondere zeigte er, daſs die vorher erwähnte zweite Angabe von Longet für das Kaninchen nicht richtig ist, sondern daſs es bei der Behauptung Mayo's in dieser Beziehung zu verbleiben habe.

In die Zeit der Versuche Mayo's und ihrer frühesten Wiederholungen fallen noch zwei hierher gehörige Arbeiten, die nicht durch Mayo angeregt worden zu sein scheinen, die aber im Interesse der Vollständigkeit unseres Gegenstandes noch besonders anzuführen sind. Die eine derselben, von Gendrin[2]), kenne ich nicht aus eigner Lectüre. Ich finde dieselbe von Brachet erwähnt, ohne mich jedoch aus dessen sehr sparsamen Andeutungen über ihren Inhalt genau aufklären zu können. Sie scheint mir die Richtigkeit der Whytt'schen Hypothese durch eigne Versuche, ähnlich denen Mayo's, zu beweisen, ohne durch diese beeinfluſst zu sein. Die Arbeit von Brachet[3]), welche später noch einmal bei der Darstellung der Physiologie des Augenknotens berührt werden wird, muſs deshalb erwähnt werden, weil sie durch Experimente den Beweis führt, daſs die durch Licht ausgelösten reflectorischen Pupillarverengerungen nicht in dem Chiasma, sondern hirnwärts von demselben ihr Uebertragungsorgan haben, indem Durchschneidungen der Tractus, gleich solchen der Sehnerven peripher vom Chiasma, jene Bewegungen vernichteten.

---

[1]) Knoll. Beiträge zur Physiologie der Vierhügel. Meine Beiträge Bd. IV. S. 111.

[2]) Gendrin. Recherches physiologiques sur la motilité.

[3]) Brachet. Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux ganglionaire. Paris 1830. p. 372. Aus der Vorrede zu diesem Buche ist zu schliessen, daſs die hierher gehörigen Versuche in den Anfang der 20er Jahre zu setzen sind.

Die übrigen motorischen Bestandtheile des n. oculomotorius wurden experimentell zuerst durch Volkmann und Valentin festgesetzt. Am Frosch sah Volkmann [1]) bei mechanischer Reizung des n. oculomotorius deutliches Zucken in mehreren geraden Augenmuskeln, keine Bewegung dagegen im oberen schiefen, äufseren geraden und zurückziehenden Muskel. Beim Kalbe, der Katze und dem Schaaf beobachtete er auf mechanische und galvanische Reizung Bewegungen in allen geraden, den beiden schiefen Augenmuskeln, dem m. levator palpebrae und m. retractor bulbi. Dies Resultat war ihm augenscheinlich auffallend; denn er fügt hinzu, dafs beim Schaafe seine Versuche so angeordnet gewesen seien, dafs ihm etwaige Zweifel an der Zusammenziehung des m. rectus externus und m. obliquus superior geschwunden. Einer Verengerung der Pupille gedenkt er nicht. Zwischen die beiden Arbeiten von Volkmann fällt eine solche von Valentin [2]). Dieser trennte entweder den Nerven am lebenden Thier, für welches Experiment er ein ihm eignes Verfahren angiebt, oder reizte ihn an kurz zuvor getödteten Säugethieren mechanisch und chemisch. Bei der ersten Methode sah er Contraction der betreffenden Pupille, bisweilen auch eine solche des anderen Auges (?); bei der anderen gleichfalls Pupillenverengerung und aufserdem Contractionen in den mm. r. superior, r. internus, r. inferior, obliquus inferior, retractor, bei der Katze auch im m. levator palpebrae. Seine Versuche stellte er an Hunden, Kaninchen und Katzen an.

Chauveau [3]), welcher vorzugsweise an Pferden, die gleichfalls kurz

---

[1]) A. W. Volkmann. Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. Joh. Müller, Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1838. S. 70. Derselbe. Ueber die motorischen Wirkungen der Kopf- und Halsnerven. Ebendaselbst 1840. S. 475.

[2]) G. Valentin. De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici libri quattuor. 1839. p. 17. ff.

[3]) A. Chauveau. Recherches physiologiques sur l'origine apparente et sur

zuvor getödtet waren, experimentirte, gibt als Erfolge der Reizung des n. oculomotorius Zusammenziehungen der mm. r. superior, r. inferior, r. internus, obl. inferior und levator palpebrae an. Den m. retractor bulbi läſst er nicht durch den n. oculomotorius contrahirt werden [1]).

Wie man sieht, stimmen diese drei Experimentatoren bezüglich der vom n. oculomotorius versorgten Muskeln nicht in allen Punkten überein. Der m. retractor bulbi wird von Chauveau als nicht durch den n. oculomotorius innervirt angegeben. Volkmann und Valentin behaupten das Gegentheil. Die Angaben der neuern Handbücher der Anatomie der Haussäugethiere, wie z. B. die von Leisering & Müller und Franck über die anatomische Verbreitung des n. oculomotorius sind nicht gegen, sondern eher für die Richtigkeit der letzteren Meinung. Dagegen wird Volkmann's Versicherung, daſs der n. oculomotorius auch den m. obl. superior und m. rectus externus zur Contraction bringe, weder durch die Versuche Valentin's und Chauveau's, noch durch die anatomischen Beschreibungen des n. oculomotorius in den genannten Handbüchern gestützt. Es bleibt noch aufzuklären, auf wessen Seite die Täuschung liegt.

Die von Mayo bei directer mechanischer Reizung des Oculomotorius zuerst gesehene und von Valentin und Anderen bestätigte Verengerung der Pupille ist später bemäkelt worden. Volkmann [2]) gab für die electrische Reizung des Oculomotorius des Kalbes an, bald *Verengerung*, bald *Erweiterung* der Pupille gesehen zu haben. Eine Arbeit von Piégu, die gleichfalls einige Zweifel an dem unbedingten Einflusse des Oculomotorius auf die Pupille enthalten soll, habe ich im Original

---

l'origine réelle des nerfs moteurs craniens. Brown-Séquard, Journal de la physiologie. T. V. 1862. p. 272, 274.

[1]) Vergl. hierzu eine Notiz von Foltz p. 236 des vorhergehenden Citats.

[2]) A. W. Volkmann. Beitrag zur nähern Kenntniſs der motorischen Nervenwirkungen. Müller, Archiv für Anatomie etc. 1845. S. 407, 418.

nicht einsehen können [1]). Ed. Weber [2]) behauptete die *Erweiterung* bei electrischer Reizung des n. oculomotorius in der Schädelhöhle des Kaninchens, bei Vögeln dagegen will er Verengerung gesehen haben; doch ist nicht klar, ob er bei diesen wirklich den *n. oculomotorius* gereizt hat. Sein Bruder Ernst Heinrich [3]), welcher derselben Meinung war, drückt sich allerdings so aus, dafs man annehmen mufs, es sei der Nerv gereizt worden. Auch Valentin [4]) will später gleichfalls bei electrischer Reizung Erweiterung bei Kaninchen gesehen haben. Budge [5]) hat diese Widersprüche durch die Bemerkung verständlich gemacht, dafs der n. oculomotorius, dicht am ramus ophthalmicus n. trigemini liegend, welcher die erweiternden Fasern des n. sympathicus einschliefse, seine Erregbarkeit nach dem Tode früher als der Sympathicus einbüfse, und dafs daher, wenn bei der galvanischen Reizung des absterbenden Oculomotorius nicht die sorgfältigste Einschränkung des Reizes auf denselben garantirt ist, eine von Pupillenerweiterung begleitete Reizung des Sympathicus zu Stande kommt. Wie es scheint, ist Nuhn [6]), unabhängig von Budge, je-

---

[1]) Cfr. Canstatt und Eisenmann. Jahresber. über die Fortschritte in der Biologie im Jahre 1846. S. 197.

[2]) Ed. Weber. Artikel Muskelbewegung in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie III. 2. S. 10, 30.

[3]) Ernestus Henricus Weber. Annotationes anatomicae et physiologicae. Programmata collecta. Fasciculus III. Summa doctrinae de motu iridis Programma ex anno 1851. p. 102 ff.

[4]) G. Valentin. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Zweite Auflage. Bd. II, Abth. 2. 1848. S. 369.

[5]) Budge et Waller. Recherches sur le système nerveux. Première partie. Compt. rendus des séanc. de l'acad. de Paris 1851. Tom. XXXIII. p. 418. J. Budge, Ueber den Einflufs des Nervensystems auf die Bewegungen der Iris. K. Vierordt, Archiv für physiologische Heilkunde. 11. Jahrgang, 1852. S. 773, 775, 781.

[6]) A. Nuhn. Versuche an einem Enthaupteten, nebst erläuternden Versuchen an Thieren. Henle und Pfeufer, Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge Bd. III. S. 123, 131. 1853.

doch etwas später, angeregt durch die Beobachtung, daſs die electrische Reizung des oculomotorius an dem Kopfe eines enthaupteten Menschen Pupillenerweiterung gab, auf dieselbe Erklärung verfallen. Bernard [1]) konnte die Pupille durch Oculomotoriusreizung beim Kaninchen nicht verengern. Die gereizte Stelle war wohl abgestorben; denn auſser den schon oben S. 138 ff. erwähnten Autoren haben so viele Forscher [2]) beim Kaninchen auf Reizung des n. oculomotorius die Pupillenverengerung gesehen, daſs gegenwärtig über diesen Punkt kein Zweifel mehr bestehen kann. Vulpian [3]) betonte, daſs die schnell nach dem Tode des Thieres ausgeführte Reizung des Oculomotorius in der Nähe seines Ursprungs Verengerung der Pupille gebe, um dadurch die Ansicht Derjenigen zu widerlegen, welche zu der Annahme geneigt waren, daſs nur die Reizung der Ciliarzweige *jenseits* des Augenknotens diesen Erfolg habe.

Somit waren bis zum Anfang der fünfziger Jahre dieses Jahrhunderts an Functionen des n. oculomotorius festgesetzt : seine motorischen Beziehungen zu den extrabulbären Muskeln, dem Sphincter, der Iris und seine reflectorische Verknüpfung mit dem Opticus. Mit der Entdeckung und Ausbildung der neuern Accommodationslehre durch Cramer und Helmholtz, dahin gehend, daſs die Accommodation in einer Formveränderung der Linse bestehe und diese durch eine Zusammenziehung der Ciliargebilde bewirkt werde, ergab sich die Vermuthung einer weiteren Leistung des n. oculomotorius, nämlich die Accommodation in die Nähe zu beherrschen. Auſserdem legte auch die Thatsache der mit Verengerung

[1]) Cl. Bernard. Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris 1858. T. II. pp. 207, 209.

[2]) z. B. noch Chauveau; p. 275 der S. 142 citirten Abhdlg.

[3]) Vulpian. Expériences sur les effets de la galvanisation du nerf oculo-moteur commun chez les mammifères. Compt. rend. d. séances et mémoires de la société de Biologie. Année 1860. Paris 1861. p. 160.

der Pupille einhergehenden Accommodation in die Nähe und die gleichzeitige, damals schon lange bekannte Wirkung des Atropins auf Pupille und Accommodation diese Vermuthung nahe. Für diesen Gegenstand interessirte sich fast mit dem Bekanntwerden der genannten Lehre sehr lebhaft A. v. Graefe, was er dadurch bethätigte, dafs er eine Anzahl von Fällen von Oculomotoriuslähmungen zergliederte, um zu sehen, inwieweit er auf diese Weise Material für oder gegen die Annahme gewinnen könnte, dafs der Oculomotorius Accommodationsnerve sei. Ohne auf die Einzelheiten der von v. Graefe beobachteten Fälle näher einzugehen, bemerke ich, dafs dieselben nicht geeignet waren, einen in jeder Beziehung unantastbaren Beweis für die fragliche Function zu erbringen, auf der anderen Seite aber ergaben sie auch keinen Beweis für das Gegentheil, sondern bestärkten in hohem Grade die Vermuthung von der Natur des Oculomotorius als Adaptionsnerven, namentlich die Beobachtung eines Falles, in welchem alle Augenmuskeln gelähmt, dagegen die Accommodation erhalten war. Leider fehlt die Section dieses Falles [1]). Später ging man darauf aus, die Accommodationsänderungen in der Form der Linse durch künstliche Nervenreizungen bei Thieren verschiedener Art hervorzurufen. In dieser Beziehung sind die folgenden Versuche namhaft zu machen. v. Trautvetter [2]) sah bei Hühnern und Tauben auf Reizung des Oculomotorius das Reflexbildchen der vorderen Linsenfläche kleiner werden. Bei Hund, Katze und Kaninchen gelangen ihm diese Versuche nicht. Völckers und Hensen [3]) beobachteten bei Reizung

[1]) A. v. Graefe. Mittheilungen vermischten Inhalts. Arlt, Donders, v. Graefe, Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. Abth. 1. S. 187 ff. 1855; Notizen vermischten Inhalts. Daselbst. Bd. II. Abth. 2. S. 299. 1856.

[2]) D. v. Trautvetter. Ueber den Nerv der Accommodation. Arlt etc. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XII. S. 95. 1866.

[3]) C. Völckers und V. Hensen. Studien über die Accommodation. Hermann,

der *Ciliarnerven* des Oculomotorius auch beim Hunde die Formveränderung der Linse. Da die Linsenveränderung sich auch noch nach Entfernung der Iris zeigte und aufserdem eine directe Bewegung des Ansatzpunktes des Ciliarmuskels beobachtet wurde, so konnte aus den Versuchen der letzteren mit Sicherheit die Function des Oculomotorius abgeleitet werden, dafs unter seiner Reizung die Formveränderung der Linse durch eine Zusammenziehung des m. ciliaris geschehe. Adamük [1]), welcher das Ganglion ciliare reizte, nachdem er glaubte sich überzeugt zu haben, dafs dies an Stelle des n. oculomotorius geschehen könne, bestätigte im Wesentlichen die Angaben von Hensen und Völckers.

Es ist auch in der Physiologie des n. oculomotorius die Frage nach etwaigen sensiblen Eigenschaften desselben aufgeworfen worden. Die älteste, mir über diesen Punkt bekannt gewordene Angabe stammt von Desmoulins und Magendie [2]). Sie lautet dahin, dafs die drei motorischen Nerven des Auges sich gegenüber mechanischen Reizen unempfindlich zeigen sollen. Das Gegentheil behauptete bezüglich des Oculomotorius Valentin [3]), allerdings mit dem Zusatz, dafs die Empfindlichkeit dieses Nerven nicht so grofs, als die des Trigeminus sei. Diese

---

Centralbltt. f. d. med. Wiss. 1866. S. 721. V. Hensen und C. Völckers. Experimentaluntersuchung über den Mechanismus der Accommodation. Kiel 1868. Ueber den Ursprung der Accommodationsnerven, nebst Bemerkungen über die Function der Wurzeln des Nervus oculomotorius. A. v. Graefe's Archiv. Bd. XXIV. Abth. 1. 1878.

[1]) E. Adamük. Bijdrage tot de physiologie van den n. oculo-motorius. Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Tweede recks, III. S. 398. Bijdrage tot het Mechanisme der Accommodatie. Ebend. S. 403. Vergl. Hermann's med. Centralbltt. f. d. med. Wiss. 1870. Nr. 12. 19.

[2]) A. Desmoulins. Anatomie des systèmes nerveux des animaux à vertèbres, appliquée à la physiologie et à la zoologie. Ouvrage dont la partie physiologique est faite conjointement avec F. Magendie; 2me partie. Paris 1825. p. 699.

[3]) G. Valentin. De functionibus nervorum etc. 1839. p. 18.

Meinung ist vielfach bestritten worden [1]. In neuerer Zeit dagegen wurde sie durch Adamük [2] als richtig vertheidigt. Dieser giebt an, daſs die Reizung des centralen Stumpfes des Oculomotorius stets Schmerzenszeichen hervorrufe. Anatomische Beobachtungen, welche von verschiedenen Seiten über die microscopische, intracerebrale Ursprungsart unseres Nerven angestellt worden sind, scheinen der Lehre von einer theilweise sensiblen Natur des Oculomotorius nicht ungünstig zu sein. Dieselben sind bis zum Jahre 1879 von Schwalbe [3] zusammengestellt worden.

§. 3.
Geschichte der Physiologie des n. trochlearis und des n. abducens.

Mit der deutlichen anatomischen Absonderung dieser Nerven von dem n. oculomotorius und der Erkenntniſs ihrer einfachen Verbreitung in den Augenmuskeln hat sich unmittelbar die im Allgemeinen richtige Vorstellung von ihren physiologischen Beziehungen zu den Augenmuskeln verknüpft. Schielen des Auges nach innen in Folge von Geschwülsten, welche auf den n. abducens drückten, ist schon früh auf eine Lähmung dieses Nerven bezogen worden [4]. Experimentelle Untersuchungen an

---

[1]) Joh. Müller. Handbuch der Physiologie des Menschen, 4. Aufl. Bd. I. 1844. S. 570. Volkmann. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Bd. II. S. 579. Longet. Anatomie et physiologie du système nerveux. T. II. 1842. p. 381. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. 1855. S. 78.

[2]) E. Adamük. Bijdrage tot het Physiologie van den n. oculo-motorius. Onderzoekingen gedaan in het physiol. Laborat. d. Utrechtsche Hoogeschool. Tweede recks. III. S. 398, 401.

[3]) G. Schwalbe. Das ganglion oculomotorii. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. Bd. XIII. Neue Folge Bd. VI. 1879. S. 173, 246 ff.

[4]) J. Yelloly. A case of tumour in the brain, with remarks on the propagation of nervous influence. Medico-chirurgical transactions. Vol. I. 1815. p. 183. Die Beobachtung ist schon im Jahre 1808 in der medical and chirurgical society of London mitgetheilt worden.

jenen Nerven sind erst verhältnißsmäßsig sehr spät angestellt worden. Valentin [1]) reizte an noch reizbaren Cadavern von Hunden, Katzen und Kaninchen den *n. trochlearis* innerhalb der Schädelhöhle und sah das Auge sich deorsum durch den m. obliquus superior bewegen. Ueber eine etwaige Empfindlichkeit dieses Nerven bei der intracraniellen Durchschneidung desselben am lebenden Thiere sind diesem Forscher wegen des dem n. trochlearis nahe liegenden Trigeminus Zweifel geblieben.

Bei mechanischer und chemischer Reizung des *n. abducens* an Kaninchen, Katzen und Hunden sah Val. den Bulbus nach aufsen bewegt werden; doch scheint er dabei keinen Muskel blofsgelegt zu haben [2]). Versuche, welche er über die Empfindlichkeit dieses Nerven angestellt hat [3]), ergaben, dafs dieselbe entweder gänzlich fehle, oder sehr gering sei.

Volkmann [4]) reizte den *n. trochlearis* beim Frosch und beim Kalbe. Bei beiden Thieren sah er den blofsgelegten m. obliquus superior, und nur diesen, sich bewegen.

Den *n. abducens* hält Vk. beim Frosch [5]) für den motorischen Nerven des m. rectus externus, des m. suspensorius [6]) und der Muskeln der Nickhaut [7]). Beim Kalbe bewegten sich auf Reizung des n. abducens gleichfalls der m. rectus externus und aufserdem noch Bündel des m. retractor [8]).

---

[1]) G. Valentin. De functionibus nervorum etc. 1839. p. 21.

[2]) Ibid. p. 29.

[3]) Ibid. p. 30.

[4]) A. W. Volkmann. Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. J. Müller, Archiv f. Anat. u. Physiologie etc. 1838. S. 81. Ueber die motorischen Wirkungen der Kopf- und Halsnerven. Daselbst. 1840. S. 479.

[5]) S. 82 der ersten Abhandlung.

[6]) Identisch mit m. retractor bulbi.

[7]) V. scheint der Nickhaut des Frosches besondere Muskeln zuzuschreiben. Nach Manz, Berichte d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg, 2. Bd. 4. Heft 1862. S. 391, verhält sich aber diese Angelegenheit ähnlich, wie bei den Säugethieren. Vergl. w. u.

[8]) S. 480 d. zweiten Abhandl.

Chauveau experimentirte an durch Hämorrhagie getödteten Kaninchen und Pferden. Ohne die Arbeiten von Valentin und Volkmann zu erwähnen, giebt er als Erfolg der Reizung des *n. trochlearis* [1]) nur Bewegungen des m. obliquus superior an. Dabei merkt er an, dafs bei Thieren, die nach der angegebenen Art getödtet waren, die electrische Reizung der Vierhügel, des vorderen Marksegels und der crura cerebelli ad corpora quadrigemina keinen Erfolg hatte. Bei Reizungen des *n. abducens* [2]) bewegten sich der m. rectus externus und der m. retractor. Auch hier hatte die Reizung der dem macroscopischen Ursprung des n. abducens nahen Hirntheile keinen Erfolg.

Die palpebra tertia der Säugethiere hat keinen besonderen Muskelapparat [3]); ihre Bewegung wird secundär durch Contraction des retractor bulbi vermittelt. Diese fehlt nach Foltz [4]), wenn in Folge von Durchschneidung des n. abducens der genannte Muskel gelähmt wird. — Swan und Curie [5]) gaben an, dafs vom *n. trochlearis* ein Zweig zum *n. lacrimalis* gehe. Durch diese Beobachtung wurde die Vermuthung nahe gelegt, dafs der erstere Nerv einen Beitrag zur Thränensecretion liefern möchte, namentlich seitdem man erkannt hatte, dafs die der Thränensecretion vorstehenden Fasern von Hause aus nicht in der Bahn des n. trigeminus gelegen sind. Indefs hat Reich [6]) bei Reizung des vom

---

[1]) A. Chauveau. Recherches physiologiques sur l'origine apparente et sur l'origine réelle des nerfs moteurs craniens. Brown-Séquard, Journal de la physiologie. T. V. 1862. p. 272, 275.

[2]) Daselbst p. 275, 276.

[3]) H. Bendz. Ueber die Orbitalhaut bei den Haussäugethieren. Joh. Müller's Archiv f. Anat., Physiol. etc. 1841. S. 196, 198.

[4]) Foltz. Recherches d'anatomie et de physiologie expérimentale sur les voies lacrymales. Brown-Séquard, Journal de la physiologie etc. T. V. 1862. p. 236.

[5]) E. Curie. Sur un filet moteur affecté à la glande lacrymale. Brown-Séquard, Journal de la physiologie etc. T. I. 1858. p. 805.

[6]) M. Reich. Zur Physiologie der Thränensecretion. v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. XIX. 3. 1873. S. 38.

Gehirn getrennten *n. trochlearis* keine Vermehrung der Thränensecretion bemerken können.

Der *n. trochlearis* hat bekanntlich in der Geschichte der Anatomie dadurch besondere Bedeutung erhalten, dafs er unter den Gehirnnerven der erste war, für welchen man eine intracerebrale Kreuzung, im vorderen Marksegel nämlich, behauptete. Gegen dieselbe ist von Exner [1]) geltend gemacht worden, dafs bei einseitiger Reizung des sogenannten Trochleariskerns, oder einer lateralen Hälfte des Marksegels man stets nur Radbewegung *eines* Auges zu sehen bekomme. Im Uebrigen zeigen diese Erfahrungen, wie die vorher erwähnten negativen Ergebnisse von Chauveau's Reizversuchen an Hirntheilen wohl nur dem Umstand zuzuschreiben sind, dafs das Gehirn durch die vorausgegangene Verblutung seine Erregbarkeit eingebüfst hatte.

Noch ist anzumerken, dafs die für gewöhnlich im *n. oculomotorius* liegenden, die Pupille verengernden Fasern bisweilen in den *n. abducens* eingeschlossen sein können. Mit dieser Erfahrung kann die anatomische Thatsache in Verbindung gebracht werden, dafs mehrfach in vereinzelten Fällen eine vom *n. abducens* kommende und zum ganglion ciliare gehende Wurzel beobachtet worden ist. Man hat diese Wahrnehmungen benutzt, um bisweilen vorkommende, auffallende Erscheinungen der Pupillarbewegung zu erklären [2]).

---

[1]) Sigm. Exner. Kleine Mittheilungen physiologischen Inhaltes. Sitzungsber. d. math. naturwiss. Classe d. Kaiserl. Acad. d. Wiss. Bd. LXX. Abth. 3. Wien. 1874. S. 151.

[2]) M. Francès. De la paralysie de la troisième paire. Thèse. Paris 1854, p. 8. Adamük, S. 101 in der oben S. 147 citirten Abhandlung. Vincent. Des phénomènes oculo-pupillaires dans l'ataxie locomotrice progressive et la paralysie générale des aliénés. Paris 1877, p. 101. Leeser. Die Pupillarbewegung etc. 1881. S. 24 ff.

§ 4.

Geschichte einzelner Punkte, welche beim Studium der Physiologie der motorischen Nerven des Auges noch zu besonderer Behandlung gekommen sind.

Die vorhergehenden Paragraphen enthalten die Art und Weise, wie die den peripherischen, motorischen Augennerven zukommenden Functionen allmählich erkannt worden sind. Wie schon hin und wieder angedeutet worden ist, sind aber noch mancherlei Fragen untersucht worden, die einzelne, besondere Eigenthümlichkeiten der fraglichen Nerven betreffen. Die Geschichte der Beantwortung dieser soll nun noch ausführlich dargestellt werden.

I. Topographie einzelner Bestandtheile des n. oculomotorius.

Die Erfahrungen der Ophthalmologie, dafs nicht selten nur einzelne Bestandtheile des n. oculomotorius krankhaft afficirt sein können, während andere sich als intact erweisen, führten zu der Vermuthung, dafs die verschiedenen Functionen dienenden Fasern dieses Nerven schon intracerebral, vielleicht auch extracerebral, aber noch intracraniell, mehr weniger scharf von einander getrennt sind. Experimentelle Untersuchungen haben diese Vermuthung bestätigt. Folgendes ist bisher darüber bekannt geworden. Nachdem Stilling den n. oculomotorius bis zu einem Ganglienhaufen am Boden des aquaeductus Sylvii, dicht neben der Raphe, geführt hatte, lag der Gedanke nahe, diese Gegend direct zu reizen. Diesem gemäfs hat zuerst Adamük[1]) Versuche angestellt. Er fand, dafs die Reizung jener Orte Bewegungen im Gebiete des n. oculomotorius giebt. Zugleich beobachtete er, dafs die Hirnstelle, von welcher aus er die Pupillarfasern in Erregung versetzen konnte, verschieden von der war, von welcher es ihm gelang, die Fasern für die Bulbusmuskeln in Thätigkeit

[1]) Adamük. Auf S. 400 der S. 148 citirten Abhandlung.

zu setzen. Hensen und Völckers[1]) zeigten dann weiter, daſs in der Nähe jener Gegend die Accommodationsfasern am weitesten nach vorn, die für die Bulbusmuskeln am weitesten nach hinten und die für die Pupille zwischen beiden Stellen, eine jede Art für sich einzeln, angreifbar sind. Bezüglich der die Pupille verengernden Fasern stimmen ihre Angaben nicht genau mit denen von Adamük überein. An die Angaben von Hensen und Völckers knüpfte sich zwischen diesen beiden Autoren und Bechterew[2]) eine Discussion, welche vorzugsweise die Lage der Irisfasern betrifft, und die in der unten verzeichneten Literatur nachzusehen ist[3]).

Nach Versuchen von Schiff[4]) scheinen in dem Verlauf des Oculomotoriusstammes die der Pupillarbewegung dienenden Nervenfasern in der innern Abtheilung desselben hinzuziehen; denn, als jener Forscher bei Katzen nur den innern Rand des n. oculomotorius angeschnitten hatte, beobachtete er Lähmung des sphincter iridis.

II. Wirkung einzelner Stoffe auf die Pupillar- und Accommodationsvorrichtungen des Oculomotorius.

Die Untersuchung derselben ist eine auſserordentlich ausgedehnte geworden. Bei einer vollständigen Darstellung dieser würde man gezwungen sein, stark überzugreifen theils auf das Gebiet der Pharmaco-

---

[1]) V. Hensen und C. Völckers. Ueber den Ursprung der Accommodationsnerven, nebst Bemerkungen über die Function der Wurzeln des N. oculomotorius. A. v. Gräfe. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XXIV. S. 1. 1878.

[2]) W. Bechterew. Pflüger's Archiv. Bd. XXXI, S. 60 ff. 1883. Hensen. Ebend. S. 309. Bechterew. Ebend. Bd. XXXIII, S. 240. 1884.

[3]) Um die Stellen genauer kennen zu lernen, deren Reizungen die genannten Effecte geben, muſs man die der Arbeit von H. und V. beigegebene *Zeichnung* vergleichen, die darüber bessere Aufklärung, als der Text giebt.

[4]) M. Schiff. Sui movimenti dell' iride etc. Giornale di scienze naturali ed economiche IV. Palermo 1868.

logie, theils auf Theile des Nervensystems, die sich allzuweit von der Physiologie des Oculomotorius entfernen. Indem ich Beides zu vermeiden suchte, ist über diesen Punkt die folgende Darstellung entstanden. Sie berücksichtigt vorzugsweise die Wirkung des ***Atropins***. Dies habe ich für genügend erachtet, da sich daran zeigen läſst, wie die Physiologie verfahren hat, um die Wirkungen solcher Stoffe ausfindig zu machen, und weil auſserdem das genannte Alkaloïd das Signal zu den in dieſs Gebiet gehörigen Untersuchungen abgegeben hat.

Es hat verhältniſsmäſsig lange gedauert, bis sich die Physiologen die Wirkungen des Atropins bezüglich der in der Ueberschrift genannten Erscheinungen klar gemacht haben. Es lag dies in verschiedenen Umständen. Theils hatten die Beobachter nicht immer die bereits erworbenen, hierher gehörigen Einsichten sämmtlich präsent, oder trugen ihnen doch wenigstens nicht die gebührende Rechnung, theils lag es im Object selbst, das sich in der That aus einer Anzahl eng mit einander verknüpfter Elemente zusammensetzt, von denen es nicht leicht ist, die Wirkungen auf jedes einzelne klar darzulegen. Eine lichtvolle Darstellung der Geschichte des Gegenstandes hat, wie man diese auch anlegen möge, mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen. Reiht man die einzelnen Arbeiten, wie sie der Zeit nach entstanden sind, einfach an einander an, so wird man fortwährend die Bemerkungen über den Mangel an Continuität in den Untersuchungen und die zahlreichen Wiederholungen von bereits Bekanntem nicht los; die Darstellung wird schleppend und langweilig. Sucht man andererseits die eigentlich treibenden Thatsachen und gehaltvolleren Deductionen herauszulesen und, die Aufzählung der einzelnen Arbeiten in streng zeitlicher Reihenfolge aufgebend, beide neben einander darzustellen, so ist die zeitliche Folge der Arbeiten nicht rasch genug zu überblicken. Ich habe mich für die letztere Darstellungsform entschieden. Zuerst werde ich Bericht darüber erstatten, wie die einzelnen bei der Be-

urtheilung der Atropinwirkungen auf das Auge wichtig gewordenen *Thatsachen* entstanden sind, wobei eine jede sogleich durch alle Phasen ihrer Unsicherheit bis zu ihrer definitiven Festsetzung der Hauptsache nach verfolgt wird. Es stehen hier nur die hervorragendsten; solche geringerer Bedeutung sollen noch gelegentlich, wenn nöthig, beigebracht werden, wenn ich hernach zur Darstellung der Entwicklung der theoretischen Seite des Gegenstandes kommen werde. An die oben S. 121 gemeldeten Erfahrungen sind nun die folgenden, weiteren Beobachtungen anzuschliefsen [1]).

a. Bei vielen Vögeln gestaltet sich die Einwirkung des Atropins auf die Pupille anders, als bei den Säugethieren. Kieser [2]) behauptete, offenbar die oben S. 121 citirte Angabe von Davies nicht kennend, es fände gar keine Pupillenerweiterung bei vielen Vögeln nach Einführung von Atropin statt. E. H. Weber [3]) und Budge [4]) stimmten dieser Angabe bei. Dagegen gaben Donders und de Ruiter [5]) an, dafs bei der Anwendung stärkerer, oder der längeren Einwirkung schwächerer Dosen auch bei diesen Thieren eine Erweiterung zu sehen wäre.

b. Nach der Durchschneidung des Sympathicus, dessen *Reizung* die

---

[1]) Bei den Citaten habe ich mir Mühe gegeben, stets denjenigen Autor ausfindig zu machen, welcher die bezügliche Thatsache *zuerst* gesehen hat. Trotzdem kann ich bei dem grofsen Reichthum und der Zerstreutheit der hierher gehörigen Literatur etwas übersehen haben. Sollte der Art etwas entdeckt werden, so bitte ich, keine persönlichen Rücksichten dabei zu unterstellen. Auf eine *vollständige* Zusammenstellung aller vorhandenen Bestätigungen der verschiedenen Thatsachen habe ich Verzicht geleistet.

[2]) G. Kieser. Die Metamorphose des Thierauges. Himly und Schmidt, Ophthalmologische Bibliothek. Bd. II. St. 3, 1804, S. 78, 96.

[3]) E. H. Weber. Summa doctrinae de motu iridis. Programma ex anno 1851; dessen Annotationes anat. et physiol. Lipsiae 1851, p. 100.

[4]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. Braunschw. 1855. S. 181.

[5]) De Ruiter. Diss. physiol. de actione Atropae Belladonnae. Rhen. Traj. 1853.

Pupille erweitert, äufsert das Atropin noch seine bekannte Wirkung. Diese Thatsache ist zuerst von Biffi[1]) aufgefunden, später von Cramer[2]), de Ruiter, Budge[3]) und Braun[4]) bestätigt worden; von den beiden letzteren noch mit dem Zusatz, dafs die Erweiterung selbst dann noch erscheine, wenn die peripherische Entartung des durchschnittenen Sympathicus bereits soweit vorgeschritten sei, dafs die stärkste Reizung des mit dem Kopfe verbundenen Endes keine Pupillenerweiterung mehr giebt.

c. Wird nach einer einseitigen Sympathicussection Atropin in gleichen Dosen auf beide Augen gebracht, so erweitert sich das Auge der operirten Seite weniger, als das der anderen. Diese Beobachtung hat gleichfalls zuerst Biffi gemacht. Bestätigungen derselben liegen von Cramer, de Ruiter, Budge, Johnen und Braun vor[5]). Der letztere hat die Versuche auch in der Form ausgeführt, dafs er das Atropin erst dann anwendete, wenn nach der Sympathicussection möglichst vollständige Degeneration der peripheren Fasern eingetreten war.

---

[1]) S. Biffi. Intorno all' influenza, che hanno sul occhio i due nervi grande simpatico e vago. Pavia 1846. Im Buchhandel ist diese Dissertation nicht zu haben. Ein Auszug davon findet sich in den annali universali di medicina. 1846. Jun. p. 630. Von Biffi stammt auch, wie nach den Versuchen von Petit zu erwarten war, der Versuch, dafs die *Reizung* des Sympathicus Erweiterung der Pupille giebt.

[2]) A. Cramer. Physiologische Abhandlung über das Accommodations-Vermögen der Augen. Uebersetzt von Doden. Leer 1855. S. 159. Diese Arbeit erschien zuerst in Harlem 1853 unter dem Titel : Het Accommodationsvermogen der Oogen.

[3]) In den sub 4 u. 5 S. 155 verzeichneten Schriften. Budge und Waller schon 1852 in T. XXXIV der Compt. rend. heb. d. séanc. d. l'acad. p. 166.

[4]) H. Braun. Zur Lehre von den Mydriaticis. Arlt, etc. Archiv f. Ophthalmologie Bd. V. Abth. 2, 1859. S. 112. Experimenta nonnulla ad illustrandum effectum Atropini aliorumque quorundam Mydriaticorum. Berolini 1859.

[5]) B. Johnen. Analecta et experimenta de effectu Atropae Belladonnae in iridem. Diss. inaug. Bonnae 1856. Die übrigen Autoren in den vorher verzeichneten Schriften.

d. Bei vollständiger Lähmung des menschlichen Oculomotorius, also bei unbeweglich gewordener Pupille, erzeugt Atropin noch Pupillarerweiterung; ebenso bei Lähmungen des Opticus und vollständiger Blindheit. Diese Angabe hat zuerst Ruete[1]) gemacht. Uebereinstimmend hiermit haben Bernard[2]), Budge[3]) und Johnen[4]) bei Kaninchen, Hensen und Völckers[5]) beim Hunde gesehen, daſs nach der Durchschneidung des Oculomotorius, oder Abtrennung des Ciliarganglions das Atropin sich gleichfalls noch wirksam zeigte. Selbst an abgeschnittenen Köpfen von Kalt- und Warmblütern ist die Wirkung des Atropins noch beobachtbar. De Ruiter, Budge, Johnen geben dies in den citirten Schriften an. Diese Angaben stehen in Widerspruch mit einer von Harley[6]) gemachten, der zufolge die nach einer Oculomotoriusdurchschneidung auftretende Pupillenweite durch Atropin nicht vergröſsert werden soll. Eine Bestätigung dieses Widerspruches kann ich nicht auftreiben.

e. Die Reizung des Kopfstumpfes des Sympathicus, sowie die seines

---

[1]) C. G. Th. Ruete. Klinische Beiträge zur Pathologie der Augen und Ohren, 1843. Lehrbuch der Ophthalmologie. 2. Aufl. Bd. I, 1855. S. 101. Man begegnet in der späteren Literatur unabhängig von Ruete derselben Angabe; z. B. Hamilton & Bell. Edinburgh medical Journal. Vol. II. 1857, p. 34.

[2]) Nach Budge. Ueber die Bewegung der Iris, schon vor 1855; später in den Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Tome II. 1858, p. 205. Die älteste Angabe welche ich für *Thiere* kenne, stammt aus dem Jahre 1846, findet sich bei Piégu : Quelques considérations sur la composition anatomique, la fonction et la signification du Nerf trisplanchnique dans la série des animaux. Paris 1846 und würde nach Piégu Bernard angehören.

[3]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris 1855, S. 182.

[4]) l. c. p. 28.

[5]) V. Hensen und C. Völckers. Experimentaluntersuchung über den Mechanismus der Accommodation. Kiel 1868. S. 20.

[6]) G. Harley. On the physiological action of Atropine in dilating the pupil. Edinburgh med. Journal 1857, Vol. II, p. 431, 433.

Verlaufes im Mark, des damals sogenannten Centrums desselben, erweitert die Pupille nicht, wenn vorher diese durch Belladonnalösung erweitert worden ist. Hierfür sind Harley und Budge in den citirten Schriften als Zeugen aufgetreten. Diese Angabe ist jedoch später, siehe sub m, als nicht richtig erkannt worden.

f. Ist die Pupille durch Atropin ad maximum erweitert, dann fehlt jede reflectorische Verengerung mittelst des Oculomotorius auf den Sphincter, und zwar von beiden Augen aus. Diese Thatsache ist zuerst durch Cramer und de Ruiter sicher gestellt und von Gruenhagen[1]) mittelst einer besonders feinen, von Ruete empfohlenen Methode bestätigt worden. E. H. Weber hatte das Gegentheil behauptet. Ich mufs übrigens bemerken, dafs bei einem Theil der genannten Beobachter nicht ganz klar ist, ob auch die Unbeweglichkeit der direct atropinisirten Pupille vom gesunden Auge aus gemeint ist.

g. Unter denselben Umständen ergiebt die directe electrische Reizung des Oculomotoriusstammes innerhalb der Schädelhöhle keine Verengerung der Pupille mehr. Dies wurde zuerst von Gruenhagen beobachtet, bestätigt von Bernstein und Dogiel[2]), Hensen und Völckers[3]), welche letztere hinzufügen, dafs bei ausgeprägter Atropinwirkung auch der Accommodationsapparat nicht mehr auf Reize antworte; ferner von Keuchel[4]) und Adamük[5]).

---

[1]) A. Gruenhagen. Ueber Irisbewegung. Virchow. Archiv für path. Anatomie. Bd. XXX. 1864. S. 481, 514.

[2]) Bernstein und Dogiel. Wirkung einiger Gifte auf die Iris. Verhandlungen des naturh.-med. Vereins zu Heidelberg. Bd. IV. 1866. S. 28. J. Bernstein. Zur Irisbewegung. Henle und Pfeufer. Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. XXIX. S. 35. 1867.

[3]) l. c. S. 20.

[4]) P. Keuchel. Das Atropin und die Hemmungsnerven. Dorpat 1868. S. 74.

[5]) E. Adamük. Bijdrage tot de physiologie van den n. oculo-motorius. Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Tweede Reeks III. 1870. S. 400.

h. Bei voller Atropinwirkung giebt die directe Reizung des Oculomotoriusstammes zwar keine Pupillarverengerungen mehr, aber es zucken noch die Bulbusmuskeln. Diese Eigenthümlichkeit wird von Keuchel[1]) besonders hervorgehoben. Aus Bemerkungen von Hensen u. Völckers[2]) läſst sie sich erschlieſsen.

i. Bei der Pupillarerweiterung durch Atropin haben der Sphincter und ebenso die dilatirenden Elemente in der Iris jedenfalls nicht ihre gesammte Contractionsfähigkeit bei directer electrischer Reizung eingebüſst. Man erhält an solchen Regenbogenhäuten je nach der Stellung der Electroden bald Erweiterung, bald Verengerung, bald gar keine bemerkenswerthe Gestaltveränderung der Pupille. In letzterer Form haben diesen Satz zuerst Bernstein und Dogiel[3]) aufgestellt und dadurch verständlich gemacht, wie verschiedene Forscher vor ihnen bald das eine, bald das andere, bald gar kein Resultat erhalten haben. Daſs überhaupt die Pupille, nachdem sie durch Belladonna erweitert worden ist, die Fähigkeit besitzt, noch auf directe Reize sich zu verengern, hat wohl zuerst Schmidt[4]) beobachtet.

k. Reizungen des Trigeminus geben Pupillarverengerung, die sich jedoch von der durch den Oculomotorius bewirkten durch ihre langsamere Entstehung und längere Dauer unterscheidet. Diese Beobachtung hat zuerst Magendie[5]) gemacht, das genauere Studium aber dieser Ver-

---

[1]) l. c. S. 74.

[2]) l. c. S. 20.

[3]) l. c. und Bernstein. Zur Irisbewegung. Henle und Pfeufer. Zeitschrift f. rat. Medicin. Bd. XXIX. 1867. S. 35.

[4]) Schmidt. Fortgesetzte Versuche mit der Auflösung des Bilsenkraut-Extractes etc. Himly und Schmidt. Ophthalmologische Bibliothek. Bd. II. St. 1. S. 187, 188. 1803.

[5]) F. Magendie. De l'influence de la cinquième paire des nerfs sur la nutrition et les fonctions de l'oeil. Dessen Journal de physiologie expériment. et pathol. T. IV, 1824, p. 176.

engerung rührt von Budge[1]) her. Auf die weiteren Streitigkeiten über diesen Punkt wird nicht hier, sondern in der Geschichte der Physiologie des Trigeminus eingegangen.

l. Auch nach der Durchschneidung des Trigeminus bringt bei Kaninchen und Fröschen das Atropin die Pupille zu einer Weite, die gröfser als die vor der Durchschneidung ist. Diese Thatsache hat zuerst Ruete bei Trigeminuslähmungen beobachtet, dann sah sie Budge nach der Durchschneidung sämmtlicher Ciliarnerven. Noch andere Beobachter merken dieselbe Erfahrung an.

m. Die durch Atropin erweiterte Pupille wird durch die Reizung des Grenzstranges noch weiter, so sehr, dafs kein Unterschied in der Erweiterung beim atropinisirten und nicht atropinisirten Auge besteht[2]).

n. Reizung der vom Sphincter befreiten Iris eines kurz zuvor getödteten Thieres mittelst Atropinlösung giebt nach Kölliker[3]) keine, nach Czermak[4]) Erweiterung der Pupille.

o. Wenn alle Körper- und Bulbusmuskeln in Folge von Curaravergiftung ihre Erregbarkeit von den Nerven aus eingebüfst haben, geben electrische Erregungen des Oculomotorius und Sympathicus noch die bekannten Veränderungen in der Gröfse der Pupille. So viel ich weifs, ist diese Thatsache durch Keuchel[5]) aufgefunden worden.

---

[1]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris 1855, S. 94 ff. und an mehreren anderen Orten. Die erste Mittheilung darüber machte er in Gemeinschaft mit Waller in den Comptes rendus hebd. des séances de l'acad. d. scienc. Paris 1851. T. XXXIII, p. 419.

[2]) L. Hirschmann. Zur Lehre der durch Arzneimittel hervorgerufenen Myosis und Mydriasis. Du Bois-Reymond und Reichert. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1863. S. 309.

[3]) Kölliker. Experimenteller Nachweis von der Existenz eines Dilatator pupillae. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. VI, 1855. S. 143.

[4]) J. Czermak. Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute zu Pesth. Moleschott. Untersuchungen etc. Bd. VII. 1860, S. 368.

[5]) l. c. S. 76.

p. Endlich ist noch bezüglich der Atropinwirkung zu erwähnen, dafs aufserordentlich kleine Dosen, 0,000003 bis 0,000006 gr., bei Kaninchen eine *Verengerung* der Pupille bewirken sollen; doch wird diese Behauptung noch bestritten[1]) und ist zu wünschen, dafs sie von unparteiischer Seite mehr gesichert werde.

q. In dem Ciliarmuskel und der Iris sind Ganglienzellen und ganglienartige Bildungen aufgefunden worden. Diese Beobachtung rührt von Krause[2]) her und ist von H. Müller und Anderen bestätigt und weiter geführt worden. Es ist für die hier verfolgten Zwecke ohne Nutzen, genauer auf diesen Punkt der Anatomie einzugehen, da in der Theorie der Atropinwirkung auf die Pupille zur Zeit kaum mehr als die Existenz dieser Zellen zur Sprache kommt.

Dies eine Uebersicht der hervorragenden *Thatsachen*, welche in der Geschichte der Lehre von der Atropinwirkung zu berücksichtigen sind. Wir kommen nun zur Darstellung der Betrachtungen, welche sich daran geknüpft haben, wobei noch einiger anderer Erfahrungen, die sich bequem beibringen lassen, gedacht werden soll. Ich gehe nicht auf die Hypothesen näher ein, welche man sich in den nächsten Zeiten nach der Wiederauffindung der Atropinwirkung durch Himly machte. Damals waren die Elemente der Irisbewegung und der Accommodation noch sehr unvollkommen bekannt, und man war daher nur auf wenige und nur schwach zu begründende Annahmen beschränkt. E. H. Weber hat diese

[1]) Rofsbach und Fröhlich. Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Atropin und Physostigmin auf Pupille und Herz. Verhandl. der Würzb. phys.-med. Gesell. N. F. Bd. V, S. 1. W. Krenchel. Ueber die Wirkung des Muscarins auf Accommodation und Pupille. Arch. für Ophthal. Bd. XX, 1, S. 135. Rofsbach. Pflüger's Arch. f. d. gesammte Physiol. Bd. X. S. 383. 1875.

[2]) C. F. Th. Krause. Handbuch der menschlichen Anatomie, zweite Aufl. Bd. I. 2. 1842. S. 532. Die übrige hervorragende Litteratur findet sich S. 281 des 1. Bds. im Handbuch d. ges. Augenheilkunde von Gräfe und Sämisch. 1874.

in seiner ersten Abhandlung über die Pupillarbewegungen aus dem Jahre 1821 angegeben[1]). Diese zu Hilfe nehmend, entsteht für Niemand eine Lücke in der Geschichte unseres Gegenstandes. Mit der Erkenntnifs der die Pupille verengernden Wirkung des Oculomotorius durch Mayo im Jahre 1822, der gleichen des Trigeminus durch Magendie im Jahre 1824 und der erweiternden des Sympathicus durch Biffi im Jahre 1846 traten die Elemente schärfer hervor, auf welche die Theorie der Atropinwirkung Rücksicht zu nehmen hatte. Zugleich trat aber unter Berücksichtigung des Umstandes, dafs das in das Auge gebrachte Atropin seinen Weg sowohl zu jenen Nerven, als zu den von ihnen bewegten Muskeln und auch noch anderen Theilen finden könnte, die Verwickelung der zu erklärenden Erscheinung hervor. E. H. Weber stellte in seiner zweiten, im Jahre 1851 erschienenen Abhandlung[2]) über die Pupillarbewegung vier der Möglichkeiten auf, nach denen man sich die Wirkung der Belladonna denken könne, und welche er offenbar noch hätte vermehren können. Jene waren : a. Die Belladonna könne, die Augenhäute durchdringend, die Kraft der Retina schwächen, und diese durch geschwächte Lichteindrücke mittelst des Gehirns so auf den Oculomotorius wirken, dafs die Pupille erweitert werde. b. Es könne das Gift auf demselben Wege die Nerven und Muskeln der Iris lähmen, und die Pupille durch ihre Elasticität erweitert werden. c. Es könnten die Nerven der Iris, er meint jedenfalls die erweiternden, unmittelbar erregt und die die Pupille erweiternden Muskeln, zusammengezogen werden. d. Es könnte eine Wirkung auf Retina, Nerven und Muskeln zugleich stattfinden. In Folge der Analyse eines von Himly mitgetheilten Falles, in welchem die Pupille eines das Licht nicht mehr wahrnehmenden Auges durch Belladonna noch

---

[1]) p. 21 des Abdrucks derselben in den Annotationes etc.

[2]) p. 100—102 des Abdrucks in den Annotationes.

erweitert wurde, schliefst er die Annahme aus, dafs die Erweiterung *allein* durch eine Abschwächung der Sensibilität der Retina zu Stande komme. Doch hält er es nicht für unwahrscheinlich, dafs in einem gesunden Auge dieser Umstand mitwirke. Jedenfalls aber hebe die Belladonna die Empfindlichkeit der Retina nicht *vollständig* auf; denn er habe beobachtet, dafs Beleuchtung eines Auges, dessen Pupille durch Belladonna bis zur Unbeweglichkeit erweitert war, noch die Pupille des anderen Auges verengere. Da ihm also der erwähnte Umstand zur Erklärung der Belladonnawirkung nicht ausreicht, so nimmt er noch eine Einwirkung derselben auf die die Pupille erweiternden Nerven oder Muskeln zu Hilfe. Nicht ganz eine lähmende Wirkung auf die verengernden Kräfte ausschliefsend, legt er auf die erweiternden besonderen Nachdruck. Dies thut er deshalb, weil für die Betonung des ersteren Umstandes ihm seine allerdings, wie wir jetzt wissen, nicht ganz korrecte Beobachtung im Wege ist, dafs eine durch directe Einwirkung von Belladonna erweiterte Pupille noch vom anderen Auge aus verengt werden könne. Dies ist *meine* Auffassung von Weber's Darstellung, was ich ausdrücklich bemerke, da man die sogenannte Weber'sche Theorie mehrfach mit ganz anderem Inhalt citirt findet. Vielleicht ist Weber's Hinneigung zur Annahme einer reizenden Wirkung des Sympathicus mittelst des Atropins durch die kurz zuvor von Biffi und Ruete gemachten Beobachtungen [1]) hervorgerufen worden, obschon er bei den eben besprochenen theoretischen Auseinandersetzungen dieser Autoren nicht ausdrücklich gedenkt. Kurz nach der Arbeit von Weber erschien die Schrift von Cramer [2]) über das Accommodationsvermögen, in welcher auch auf die Theorie der Atropinwirkung auf das Auge eingegangen wird. Dieser Autor erläutert die

[1]) Siehe unter b u. d der Thatsachen auf S. 157.
[2]) Citirt oben S. 156.

Wirkung des Atropins auf das Auge durch die Annahme einer Lähmung des Oculomotorius und einer Reizung des Sympathicus; von einem directen Einfluſs auf die bezüglichen Muskelfasern spricht er nicht in bestimmten Ausdrücken. Die erstere Wirkung erschlieſst er aus Thatsache f, die letztere aus c, indem er die Beobachtung Biffi's so deutet, daſs das Atropin im Auge mit nicht durchschnittenem Sympathicus den letzteren reize. Er rechtfertigt diese Deutung noch weiter durch den Hinweis auf die Ruete'sche Beobachtung unter d. Hier wird auch zum ersten Male der Trigeminus berücksichtigt und wahrscheinlich zu machen gesucht, daſs das Atropin nicht wie auf den Oculomotorius lähmend, sondern in geringerem Grade reizend einwirke.

An Cramer's Arbeit schlieſst sich die von de Ruiter[1]) an. In ihr erscheint eine ähnliche Hypothese. Das Atropin lähme, meint der Verf., den sphincter pupillae und reize den dilatator, oder setze die Kräfte der Aeste des Oculomotorius herab und erhöhe die des Sympathicus. Für den ersten Theil dieser Annahme beruft er sich theils auf f, theils darauf, daſs es ihm nicht gelang, die atropinisirte Pupille durch directe electrische Reizung zur Zusammenziehung zu bringen. Den zweiten Theil stützt er vorzugsweise auf die letzte der unter d angeführten Angaben und durch die Behauptung, daſs die directe electrische Reizung der Iris auch keine Erweiterung der Pupille gebe. Von dem motorischen Einfluſs des Trigeminus nimmt er keine Aenderung durch die Wirkung der Belladonna an.

Budge) wollte die active Theilnahme des Sympathicus bei der

[1]) Citirt oben S. 155. Demselben ist noch zuzufügen: De Ruiter. Onderzoekingen over de werking van Atropa Belladonna op de Iris. Donders. Onderzoekingen, gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool 1853 bis 1854. S. 83.

[2]) S. 180 ff. des Buches über die Bewegungen der Iris.

Atropinwirkung nicht recht einleuchten. Die Gründe dafür entnahm er der letzteren der unter b und der unter e angeführten Thatsachen. In gleicher Weise will es ihm mit Rücksicht auf d nicht zusagen, dafs die Atropinwirkung auf einer Lähmung des Stammes des n. oculomotorius beruhen solle. Er hält es vielmehr für wahrscheinlich, dafs sie der Hauptsache nach in einer Lähmung des Sphincter bestehe. Mit dieser Vorstellung sucht er die Thatsache dadurch in Uebereinstimmung zu bringen, dafs er derselben eine andere Deutung, als Cramer es gethan, giebt. Vielleicht werde, meint er weiter, durch diese Annahme auch Thatsache a verständlich, da die Iris der Vögel keine glatten Muskelfasern habe. Mit der Arbeit von Budge hängt eine andere von Johnen[1]) zusammen. Obschon dieselbe *alle* Möglichkeiten scharf auseinander hält, die bei der Erklärung der Atropinwirkung gemacht werden können und manche frühere Beobachtung bestätigt, so hat sie doch unseren Gegenstand theoretisch nicht wesentlich weiter gebracht.

Die Kenntnisse, welche durch diese Arbeiten erreicht worden waren, hatten sich im Ausland wenig verbreitet; denn als im Jahre 1857 in England zwischen Bell und Harley eine Meinungsverschiedenheit über die Theorie der Atropinwirkung entstand, ist auf keiner der beiden Seiten zu bemerken, dafs man dort den Arbeiten auf dem Continente auch nur einigermafsen gefolgt wäre. Der Inhalt jenes Streites ist daher auch verhältnifsmäfsig dürftig. Hamilton und Bell[2]) vertheidigten die Ansicht, dafs das Atropin den Sympathicus errege, sich dabei stützend: theils auf eigne Beobachtungen, die den zuerst von Ruete gemachten analog waren, theils auf Ableitungen, welche sie aus Krankheitsfällen

---

[1]) B. Johnen. Analecta et experimenta de effectu Atropae Belladonnae in iridem. Bonnae 1856.

[2]) R. Hamilton und B. Bell. Quarterly report of cases occurring at the Edinburgh Eye-Infirmary. Edinburgh medical Journal Vol. II. 1857. p. 30.

machten, die einige Aehnlichkeit zeigten mit Thatsache c, und welche sie sich so auslegten, daſs sie mit ihrer Annahme stimmten. Harley[1]) dagegen hielt es für wahrscheinlich, daſs bei der Atropinwirkung die Ciliarzweige des Oculomotorius gelähmt würden. Er beruft sich dabei nur auf seine unter d und e mitgetheilten Wahrnehmungen.

Die Theorie der Atropinwirkung ist hierauf des Weiteren wesentlich in Deutschland ausgebildet worden. Zu der Zeit, bis zu welcher ich ihre Geschichte nunmehr geführt habe, war nur zweierlei klar. Einmal, daſs die Erscheinung nicht durch eine Abschwächung der Retina erklärt werden könne, sodann, daſs eine Lähmung des Oculomotorius-Sphincterapparates stattfinde. Ueber eine gleichzeitig stattfindende Erregung des Sympathicus-Dilatatorapparates war man noch nicht ins Reine gekommen, und ebenso war noch nicht unzweideutig erörtert worden, welcher der beiden Bestandtheile des ersteren Apparates vorzugsweise in Betracht komme, obschon Indicien vorhanden waren, die es wahrscheinlich machten, daſs dabei der Sympathicus-Dilatatorapparat nicht dabei betheiligt sei und von dem anderen Mechanismus nicht die Lähmung des Oculomotorius*stammes*, sondern periphere Bestandtheile desselben, oder der Sphincter ins Auge zu fassen seien. Die nun folgenden Arbeiten lieferten Beiträge zur weiteren Aufklärung dieser Punkte.

Die alte Beobachtung Biffi's, c nämlich, welche Cramer im Sinne einer Erregung des Sympathicus gedeutet hatte, schien, obschon Budge dafür eine andere Deutung versucht hatte, Manchem noch im Wege zu sein. Braun, der selbstverständlich die für eine Lähmung des Oculomotorius-Sphincterapparates sprechenden Thatsachen nicht mehr verkannte, suchte jenen Versuch so zu erklären, daſs er annahm, der Sphincter dehne

---

[1]) G. Harley. On the physiological action of Atropine in dilating the pupil. Ibid. p. 431. Die Fortsetzung des Streites in einigen Artikeln hat zu keinem weiteren, sachlichen Resultate geführt.

auf der Seite des durchschnittenen Sympathicus den Dilatator über die Elasticitätsgrenze der Art hinaus aus, daſs dieser später nach der Atropinwirkung nicht ganz seine frühere natürliche Form annehme. Den Autoren Hirschmann, Gruenhagen und Keuchel sprach gegen die Reizung des Sympathicus hauptsächlich die Thatsache m. Braun's Deutung kann als Beweis gegen eine Reizung des Sympathicus nicht angesehen werden, da ihr keine bewiesene Grundlage gegeben worden ist, aber als Versuch, Biffi's Angabe mit der Meinung, daſs eine Reizung des Sympathicus nicht statt finde, in Uebereinstimmung zu bringen, ist sie beachtenswerth. Es ist mir nicht bekannt geworden, daſs bis jetzt ein besserer Beweis als der von Hirschmann, Gruenhagen, Keuchel gegebene gegen die Annahme einer Reizung des Sympathicus-Dilatatorapparates vorgebracht worden sei. Ob er den strengsten Anforderungen genügt, will ich hier nicht untersuchen. Die unter n verzeichnete Angabe von Czermak, welche für eine Betheiligung des Sympathicus-Dilatatorapparates zu sprechen scheint, ist nicht weiter in Betracht gekommen, da ihr die negativen Erfahrungen von Kölliker und ähnliche von Budge und Gruenhagen gemachte gegenüber stehen.

Welche Bestandtheile des Oculomotorius-Sphincterapparates eigentlich bei der Atropinwirkung der Lähmung anheimfallen, darüber sind nach und nach die folgenden Aufklärungen versucht worden. Gruenhagen, die Thatsache g entdeckend, sprach dieser gemäſs zuerst aus, daſs das Atropin den Oculomotorius vollständig lähme. Aus Gründen, die des Näheren in der bezüglichen Abhandlung [1]) nachzusehen sind, war er noch weiter der Ansicht, daſs auch der Sphincter, jedoch unvollständig, gelähmt werde. An eine vollständige Lähmung desselben zu glauben konnte er sich nicht entschlieſsen, weil er im atropinisirten Auge die Pupille durch

[1]) Citat oben S. 158.

verschiedene Reizmittel verengern konnte. An eine partielle Lähmung aber glaubte er, weil sich die Pupillen decapitirter, atropinisirter Kaninchen durch electrische Ströme leicht dilatiren lassen. Bernstein und Dogiel[1]), jene selbe Thatsache und die weitere in Betracht ziehend, dafs die Pupille des atropinisirten Auges sich auf electrische Reize noch zusammenziehe, hielten dafür, dafs das Atropin nur die *Enden* des Oculomotorius lähme. Ob die letztere Annahme bei derselben vollständig begründet war, kann zweifelhaft erscheinen, da die Thatsache, dafs Reizung des Oculomotoriusstammes im atropinisirten Auge noch Zuckungen der Bulbusmuskeln giebt, wodurch bewiesen wird, dafs der *Stamm* des Oculomotorius nicht gelähmt ist, bei jenen Forschern noch nicht vorkommt. Kurz hierauf nahm Gruenhagen[2]) seine vorher erwähnte Ansicht zurück und stellte die neue auf, dafs das Atropin den sphincter pupillae und nicht die Endausbreitung des Oculomotorius lähme. Dazu veranlafste ihn die durch Untersuchungen mit Rogow gewonnene Ansicht, dafs die früher von ihm beobachtete Verengerung atropinisirter Pupillen bei Reizung durch verschiedene Mittel nicht auf eine ächte Sphinctercontraction zu beziehen sei, ferner die Erfahrung, dafs im curarisirten und zugleich atropinisirten Auge die directe Reizung der Iris stets Erweiterung und nur dann eine Verengerung ergiebt, wenn der Sympathicus vorher längere Zeit durchschnitten war, welche Verengerung aber nicht einer ächten Sphincterzusammenziehung entspricht, sondern einer Consistenzveränderung des Irisgewebes, wie sie auch durch die directe Reizung des Trigeminus hervorgerufen wird. Man consultire übrigens das Original, da hier Gruenhagen's Betrachtungen nicht in extenso wiedergegeben werden

[1]) Citat oben S. 158.

[2]) A. Gruenhagen. Ueber das Verhalten des Sphincter pupillae der Säugethiere gegen Atropin. Henle & Pfeufer. Zeitschrift f. rat. Med. Dritte Reihe, Bd. XXIX. S. 275. 1867.

können. Indeſs ist die früher von Gruenhagen vertretene Ansicht von v. Bezold und Bloebaum[1]) festgehalten worden. Auſserdem gehen beide Forscher noch einen Schritt weiter und nehmen an, daſs das Atropin zunächst auf die *gangliösen Organe* im Ciliarmuskel und in der Iris[2]), also ein Zwischenglied zwischen Oculomotorius und den respectiven Muskeln, lähmend und erst in zweiter Linie in gleicher Weise auf den Sphincter wirke. Man vermiſst jedoch bei dieser Darstellung eine überzeugende Zurückweisung der letzten Ansicht Gruenhagen's. Noch ist auf eine Arbeit von Keuchel[3]) einzugehen. Auch bei ihm findet sich der oben erwähnte Mangel; ihm genügten die beiden Thatsachen, daſs am atropinisirten Auge die Erregung des Oculomotoriusstammes unwirksam und die Pupille bei directer Reizung noch zusammenziehungsfähig ist, um zu schlieſsen, es sei nur der Einfluſs des Nerven auf den Muskel aufgehoben. Da er ohne Discussion über Gruenhagen's Hypothese hinweggeht, so bleiben für ihn zu weiterer Prüfung nur übrig die Bernstein-Dogiel'sche Vorstellung und die von v. Bezold und Bloebaum angedeutete. Um nun zu entscheiden, ob durch das Atropin nur die letzten Enden des Oculomotorius, oder ein gangliöses Zwischenglied zwischen diesem Nerven und dem Muskel gelähmt werde, bringt er Thatsache o vor, offenbar,

---

[1]) A. v. Bezold und Fr. Bloebaum. Ueber die physiologischen Wirkungen des schwefelsauren Atropin's. Untersuchungen aus d. physlg. Labor. z. Würzb. I. 1867. S. 67. Fridericus Bloebaum. De vi physiologica atropini sulphurici. Diss. inaug. Gryphiae.

[2]) Diese beiden Gebilde sind allerdings nicht ausdrücklich genannt, und man könnte auch darauf verfallen, daſs die Verf. das Ganglion ophthalmicum meinten; aber ihre Ausdrucksweise, sowie die Erinnerung daran, daſs sie an demselben Orte arbeiteten, wo die Ganglienzellen jener Gebilde zuerst ausgiebig durch H. Müller untersucht wurden, läſst glauben, daſs die im Text gemachte Unterstellung die richtige ist.

[3]) S. 76—81 der oben S. 158 citirten Schrift.

um zu schließen: Da sich Sympathicus und Oculomotorius dem Curara gegenüber anders, als die übrigen motorischen Körpernerven verhalten, so ist es unwahrscheinlich, daſs diese Nerven in der Iris in derselben Weise enden sollten, wie die motorischen Nerven in den Körpermuskeln. Kann man diesem Schluſs noch beistimmen, so sind die weiteren Unterstellungen Keuchel's mehr, als gewagt. Er betrachtet nämlich das Ganglion ophthalmicum als das Centralorgan der Irisbewegung, von dem erregende Nervenelemente sowohl zu den circulären, als zu den radiären Fasern der Iris gehen sollen. Der Oculomotorius soll dann weiter *Hemmungsnerv* des Dilatator pupillae sein, so daſs bei seiner Erregung die radiären Fasern der Iris erschlaffen und der Sphincter das Uebergewicht bekommt, bei seiner Durchschneidung oder Lähmung durch Atropin aber die von ihm ausgeübte, stetig hemmende Thätigkeit aufhört und der Dilatator mit Erweiterung der Pupille die Oberhand erhält. Mehre Thatsachen scheinen aber im Widerspruch mit dieser Hypothese zu stehen, oder sind zum mindesten schwer aus ihr zu erklären. Ich begnüge mich hier mit den beiden Bemerkungen, daſs der Sympathicus bei manchen Thieren, z. B. dem Hund [1]), gar nicht oder doch höchst zweifelhaft mit dem Ganglion ciliare verknüpft ist, und daſs keiner der aus dem Ganglion *heraustretenden* Zweige bei seiner Reizung jemals eine andere Wirkung, als dieselbe Verengerung der Pupille ergeben hat, wie sie auch bei der Reizung des Oculomotoriusstammes entsteht. Man sollte wohl, da man bei jener Reizungsart nach Keuchel's Annahme verengernde und erweiternde Fasern zugleich reizt, ein anderes Resultat erwarten. Auch die Thatsache d macht die dem Ganglion ophthalmicum zuertheilte Function demselben streitig. Zugleich aber folgt aus derselben, daſs die

---

[1]) Hensen und Völckers. Experimentelle Untersuchungen über den Mechanismus der Accommodation. 1868. S. 15, 16.

gesammte, vom Atropin abhängige Erweiterung der Pupille nicht vollkommen durch den Ausdruck gegeben werden kann, dafs man sagt, dasselbe lähme die Enden des n. oculomotorius, wenn man nämlich die tonisch-reflectorischen Erregungen dieses Nerven allein durch das Gehirn vermittelt sein läfst. Entweder mufs dieser Nerv noch peripher vom Ganglion ophthalmicum geschehende Erregungen erfahren, die das Atropin aufhebt, oder es mufs das Atropin auf noch andere Elemente wirken, welche dem Oculomotorius nicht angehören, aber die Enge der Pupille mitbedingen helfen. Hierüber weiter zu sprechen gehört aber nicht mehr in die Physiologie des Oculomotorius.

III. Weitere Beobachtungen über reflectorische Bewegungen der Pupille.

Das am längsten bekannte reflectorische Pupillarphänomen ist später noch in einigen besonderen, bisher nicht erwähnten Beziehungen studirt worden; ferner sind noch andere reflectorische Pupillarbewegungen, als die ausführlich behandelte bekannt geworden, und endlich hat man sich aufser mit den peripherischen Nerven für jene noch mit der Untersuchung von anderen Nerventheilen beschäftigt, die bei den reflectorischen Pupillarbewegungen eine Rolle spielen möchten. Die Geschichte dieser Punkte ist nun noch weiter zu verfolgen.

Den ersten Punkt anlangend, so ist zunächst zu erwähnen, dafs, je nach der Art der Beleuchtung der Retina, die Gröfse der Pupillarbewegung verschieden ausfällt. Schon Lambert[1]) hatte angegeben, dafs die Gröfse der Verengerung mit der Gröfse der beleuchteten Fläche der Retina zunehme. Beobachtungen ähnlicher Art sind später von Olbers und Budge ausgeführt worden. Die Einzelheiten derselben kann ich übergehen, da sie zu keiner weiteren, besonderen Erkenntnifs geführt

[1]) Lambert. Photometria 1760. p. 379.

haben[1]). Dann gab E. H. Weber[2]) an, dafs die Verengerung der Pupille um so gröfser ausfalle, je näher der Augenaxe das Licht die Retina trifft; die peripheren Retinalabschnitte lösten, sagt er, zwar schwache, aber doch deutliche Reflexverengerungen aus. In beiden Versuchsarten würde die Gröfse der Verengerung von der Anzahl der erregten Opticusfasern abhängig gedacht werden dürfen. Dieser Ansicht gegenüber hat Heddäus[3]) versucht, wahrscheinlich zu machen, dafs Licht, welches nur periphere Netzhautpartieen trifft, gar keine Pupillarreaction liefere. Dafs die Beleuchtung von Stümpfen frisch durchschnittener Sehnerven keine Pupillarreaction giebt, mag auch noch angeführt werden[4]). Auf abnorme Verhältnisse der Irisbewegung in Folge von Lichteindrücken, wie solche z. B. in der Erweiterung[5]) der Pupille auf Licht bei Apoplexieen bekannt geworden sind, einzugehen, liegt nicht in den hier von mir verfolgten Zwecken.

Sodann ist noch die consensuelle, reflectorische Irisbewegung nach etwas anderen, als den bisher angegebenen Richtungen untersucht worden. Hier beginne ich mit der Bemerkung, wie Maitre-Jan und Whytt schon hervorhoben, dafs die jeweilige Beleuchtung eines Auges die Bewegungen *beider* Pupillen zu *gleicher* Zeit einleitet, und der letztere aufserdem noch angiebt, dafs die *direct* beleuchtete Pupille sich *stärker* verengt, als die andere. Die letztere Angabe wurde besonders von Porterfield betont[6]). Da

---

[1]) Man findet dieselben bei Budge. Ueber die Bewegung der Iris 1855, S. 145 ff. zusammengestellt.

[2]) E. H. Weber. l. c. p. 87, 88.

[3]) Heddäus. Klinische Studien über die Beziehungen zwischen Pupillarreaction und Sehvermögen. 1880. S. 46.

[4]) H. Gerold. Ophthalmologische Studien. Neue Folge. 1867. S. 49.

[5]) Ruete. Lehrbuch der Ophthalmologie. Zweite Aufl. II. Bd. S. 93.

[6]) Porterfield. A treatise on the eye. Vol. II. p. 112 ff.

Whytt's Abhandlung über die vitalen und unwillkürlichen Bewegungen der Thiere, in welcher sich jene Behauptung bereits vorfindet, 1751, Porterfield's Buch erst 1759 erschienen ist, so ist nicht der letztere der Urheber derselben. Sie ist lange unangetastet geblieben, bis E. H. Weber[1]) sich nicht ganz mit derselben einverstanden erklärte. Er giebt an, dafs, wenn ein Auge stark beleuchtet werde, während das andere, von diesem Lichte nicht getroffen, durch eine kurze Röhre schaue, dann *beide* Pupillen gleich weit wären. Obschon viele Physiologen bis in die neuere Zeit hinein[2]) sich der Ansicht von Weber angeschlossen haben, so sind doch auch wieder Stimmen zu Gunsten der älteren Meinung laut geworden, insbesondere von Heddäus[3]) und Leeser[4]). Die definitive Entscheidung dieses Punktes steht somit noch aus.

Endlich sind die Zeitverhältnisse der reflectorischen Pupillarbewegungen studirt worden. Zuerst hat sich Listing[5]) mit diesem Gegenstande beschäftigt. Derselbe machte darauf aufmerksam, dafs man den Wechsel der Pupillenweite leicht entoptisch an den Veränderungen in der Kleifung des Zerstreuungskreises wahrnehmen könne, sei es, dafs man diesen durch Adaption, oder durch verschiedene Intensität der Lichtquelle selbst, von welcher der Zerstreuungskreis herrührt, oder endlich consensuell durch verschiedene Beleuchtungsgrade des anderen Auges bewirkt.

---

[1]) E. H. Weber. l. c. p. 84.

[2]) S. Rembold. In Nagel's Mittheilungen aus der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen, II. Heft, 1880. S. 52. Dieser spricht von folgendem Versuch. Ein Auge ist offen, das andere geschlossen. Beim Oeffnen des letzteren sieht man die Pupille desselben so weit, wie die des anderen. Die Versuchsform findet sich schon bei Porterfield, l. c. Vol. II, p. 112, 113, jedoch mit anderem Resultat.

[3]) Heddäus. l. c. S. 13.

[4]) Leeser. Die Pupillarbewegung. 1881. S. 15.

[5]) J. B. Listing. Beitrag zur physiologischen Optik. Besonderer Abdruck aus den Göttinger Studien. 1845. S. 27, 28.

Für seine Augen bestimmte er sodann, dafs die consensuelle Verengerung einer Pupille der Oeffnung des vorher geschlossenen Auges c. 0,4 Sec. nachfolgt, etwa 0,2 Sec. andauert und nach Art schwingender Bewegungen über den Finalzustand hinausgehend, diesen erst durch eine mehrere Sec. dauernde geringe Erweiterung allmählich erreicht. Die auf Verschliefsung des anderen Auges eintretende Erweiterung erfolgte nach c. 0,5 Sec., dauerte 1—2 Sec. und führte anfangs rasch, dann allmählich träger, ohne oscillirend in Verengerung überzugehen, die Gleichgewichtsweite herbei. Ausgiebigern Gebrauch von dieser Methode machte dann Donders [1]). Derselbe unterbrach mit der Hand einen galvanischen Strom in dem Moment, als er Licht in ein Auge fallen liefs, und schlofs denselben wieder, sobald die Verengerung der Pupille, dieselbe in der von Listing angegebenen Weise beobachtend, begann, während die zwischen beiden Zeitmomenten verflossene Zeit durch die Schwingungen gemessen wurde, welche eine Stimmgabel bekannter Schwingungsdauer auf einen gedrehten Cylinder markirte. Die Versuche im Einzelnen abändernd, kam er zu dem Resultate, dafs die reflectorische Bewegung *beider* Pupillen zu derselben Zeit [2]) nach gemachtem Lichteindruck stattfindet, und auch in der Zeit des Verlaufes kein Unterschied wahrzunehmen ist. Auch entdeckte er bei dieser Gelegenheit, dafs die die Pupillenbewegung begleitende Accommodationsbewegung jener in etwas vorauseilt. Später beschäftigte sich Arlt jun. [3]) unter Donders' Leitung mit den zeitlichen Verhält-

---

[1]) Donders. Reflexiebeweging der beide pupillen bij het invallen van licht van eene zijde. Nederlandsch Archief voor Genees- en Natuurkunde, II. 1865. S. 106, 109.

[2]) Die feinere Messung bestätigte also die älteren Angaben von Porterfield und Whytt.

[3]) F. Arlt jun. Beitrag zur Kenntnifs der Zeitverhältnisse bei den Bewegungen der Iris. Arlt etc. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XV. Abth. 1. 1869. S. 294.

nissen derselben Bewegungen. Da er von der Richtigkeit der Angabe Donders' überzeugt war, so nahm er vorzugsweise eine Bestimmung der beiden Gröfsen vor, über welche bereits Listing die vorher erwähnten Angaben gemacht hatte. Die angewandte Methode weicht von der von Donders benutzten in sofern ab, als die Momente des Lichteinfalls und der zu beobachtenden Pupillarbewegungen durch den Fühlhebel eines Marey'schen Cardiographen angemerkt, und die Verengerung der Pupille objectiv beobachtet wurden. Die Zeit vom Einfallen des Lichtes bis zur beginnenden Irisbewegung fand er, bei verschiedenen Personen zwischen 0,44 und 0,55 Sec. schwankend, im Mittel zu 0,492 Sec. Für die Zeit zwischen Beginn und Maximum der Pupillencontraction fand er bei subjectiver Beobachtung der Pupille im Mittel 0,088 Sec. Eine Verwerthung dieser Ergebnisse im Interesse anderweitiger physiologischer Fragen finde ich bei diesem Forscher nicht.

Angelucci und Aubert[1]) stellten Beobachtungen über die Zeitverhältnisse der Pupillarbewegung während der Accommodation an, deren Betrachtung jedoch nicht hierher gehört.

Sehr ausführlich dagegen hat sich v. Vintschgau[2]) mit den Zeitverhältnissen der reflectorischen Pupillarbewegungen beschäftigt. Derselbe benutzte nach Listing's u. Donders' Vorgang die Bewegungen seiner eignen Pupillen, welche er durch mäfsiges Licht anregte. Bezüglich der Einzelheiten seiner Methode auf die Arbeit verweisend, hebe ich aus dieser hervor: Für die Reflexzeit, d. h. für die Zeit, welche von dem Moment, in welchem das Licht einfällt, bis zur beginnenden Bewegung der Iris verstreicht, fand er einen etwas kleinern Werth als Arlt, nämlich,

---

[1]) Angelucci und Aubert. Pflüger. Arch. f. d. gesammte Physiolog. Bd. XXII. S. 69. 1880.

[2]) M. v. Vintschgau. Zeitbestimmungen der Bewegungen der eignen Iris. Pflüger. Arch. f. d. gesam. Physiolog. Bd. XXVI. 1881. S. 324.



nur 0,30 bis 0,35 Sec. Als Zeit, welche die Pupille gebraucht, um von ihrem Anfang der Contraction bis zum Maximum zu gelangen, fand er gröſsere Werthe als Arlt und zugleich einen Unterschied zwischen seiner rechten und linken Pupille, nämlich für jene 0,34—0,39, für diese 0,23—0,28 Sec. Er bestimmte auch die Reflexzeit für die Pupillenerweiterung nach Abblendung des Lichtes und fand diese stets etwas gröſser als die für die Pupillenverengerung. Es versteht sich nach den gemachten Mittheilungen von selbst, daſs hier mit dem Ausdruck Reflexzeit keineswegs die Zeit gemeint ist, welche vergeht, während der erregte Opticus seine Zustände auf den Oculomotorius überträgt, was bekanntlich von manchen Forschern wahre Reflexzeit genannt wird. V. vergleicht dann noch die von ihm gefundenen Reflexzeiten mit einigen derjenigen, welche von anderen Forschern für andere reflectorische Bewegungen gefunden worden sind. Es ergeben sich, insoweit eine solche Vergleichung zulässig ist, merkbare Verschiedenheiten.

Was die anderweitigen reflectorischen Pupillarbewegungen anlangt, so gehören eigentlich nur diejenigen hierher, bei welchen der n. oculomotorius als sich betheiligend erwiesen, oder wahrscheinlich gemacht worden ist. Die dagegen, welche noch gar keine oder nur eine unzureichende Zergliederung bezüglich des dabei in Betracht kommenden centrifugalen Nerven erfahren haben, schlieſse ich hier aus. Diese Bemerkungen für Diejenigen, welche den gegenwärtigen Abschnitt für unvollkommen bezüglich der reflectorischen Pupillarbewegungen halten sollten. In der fraglichen Beziehung sind nun zu erwähnen:

a. Angaben über reflectorische Verengerung der Pupille als Folge vorausgeganger Trigeminusreizung.

Joh. Müller[1]) machte die Angabe, daſs sich die Pupille verenge,

[1]) Joh. Müller. Handbuch der Physiologie des Menschen, 4. Aufl. Bd. I. S. 614. 1844.

wenn man kaltes Wasser in die Nase schlürfe, also, wenn die an diesem Orte sich ausbreitenden Trigeminusfasern gereizt würden. Es ist möglich, daſs er dieselbe Larrey[1]) entlehnt hat, welcher diese Beobachtung erwähnt und auſserdem auch bei Betupfen der Conjunctiva mit Höllenstein die erwähnte Verengerung sah. Auch bei galvanischen Reizungsarten der Nase soll jene Verengerung gesehen worden sein[2]). Ob eine von Tavignot[3]) gelieferte Arbeit hierher gehört, kann ich nicht entscheiden, da sie mir nicht zugänglich war. Aus demselben Grund muſs ich unentschieden lassen, ob die von Redard[4]) gemachte Angabe hierher zu ziehen ist, daſs die nach durchschnittenem Sehnerven weite Pupille noch reflectorisch erregbar sei. Diese Beobachtungen sind meines Wissens in neuerer Zeit nicht wiederholt und weiter geführt worden. Sie sind einer Wiederholung bedürftig, nicht bloſs, um das Factum sicher zu stellen, da man nicht weiſs, ob stattgehabte Verengerungen nicht etwa durch veränderte Augenstellung bedingt waren, sondern auch, um weiter zu erfahren, ob wirklich der n. oculomotorius oder centrifugal leitende Zweige des Trigeminus die motorische Bahn bei dieser Reflexion darstellen. Ich kenne nur noch Angaben dieser Art von Ruete[5]) und Donders[6]), welch letzterer übri-

[1]) Larrey. Clin. chir. I. p. 427. Ich citire diese Stelle nach Budge: Ueber die Bewegung der Iris. 1855. S. 101.

[2]) Fowler. Experiments and observations etc. Edinb. 1793. p. 88. Reinhold. De galvanismo. Lips. 1797. p. 89.

[3]) Tavignot. De l'action de la cinquième paire sur l'oeil. L'expérience. 1844, Octobre, p. 257.

[4]) P. Redard. Recherches expérimentales sur la section des nerfs ciliaires et du nerf optique. Arch. d'ophthalm. franç. I. 3. p. 260. 4. p. 318. 1881.

[5]) C. G. Th. Ruete. Lehrbuch der Ophthalmologie. Bd. I. S. 328. 1855. Die Angabe bei R. besteht nur in der Bemerkung, daſs, während manche Reizungen des Trig. reflectorische Erweiterung geben, andere, namentlich *heftige* des ganzen r. ophthalmicus oder einzelner Aeste Verengerung bewirken.

[6]) F. C. Donders. Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Au-

gens den Reflex nicht als durch das Gehirn, sondern als durch das Ganglion ophthalmicum vermittelt ansieht, für welche Ansicht indeſs kein überzeugender Beweis beigebracht ist. Die vom Trigeminus aus zu erzielende Verengerung der Pupille muſs übrigens bei Säugethieren nicht leicht so ohne Weiteres von allen Zweigen jenes Nerven auslösbar sein, denn bei Kaninchen wollte sie mir durch Reizung der Conjunctiva und des Supraorbitalnerven nicht gelingen [1]). In der Klasse der Vögel hat sie zuerst E. H. Weber [2]) bei Strix Passerina gesehen, wenn er die Cornea leicht drückte oder rieb, und von welcher er anmerkt, daſs sie bei weitem diejenige Verengerung übertreffe, welche man durch das glänzendste Licht, oder auf eine andere Weise erzeugen könne. In neuerer Zeit giebt sie Jeglinski [3]) bei Reizung des centralen Endes des durchschnittenen ramus ophthalmicus Trig. für Vögel an.

b. Angaben über *Pupillenerweiterung* nach vorausgegangener Reizung des Trigeminus und anderer sensibler Nerven.

Ueber diesen Punkt werden übereinstimmende Angaben von Bernard [4]), Debouzy [5]) und Rembold [6]) gemacht. Die Erweiterung bleibt nur

ges. Deutsche Originalausgabe von O. Becker. 1866. S. 490. Bei Donders tritt übrigens nicht unzweifelhaft hervor, in wie weit er *selbst* auf Reizung der peripherischen Enden des Trigeminus reflectorische Verengerung der Pupille beobachtet habe.

[1]) C. Eckhard. Experimentalphysiologie des Nervensystems. 1866. S. 174.

[2]) E. H. Weber. p. 66 der 1. Abhandlung über die Bewegungen der Iris in den Progr. collect. in der Anmerkg.

[3]) Jeglinski. Die Bewegung der Pupille. Kasan 1884. Cfr. Mendel's neurolg. Centrlbltt. 1884. S. 512.

[4]) Cl. Bernard. Recherches expérimentales sur les nerfs vasculaires et calorifiques du grand sympathique. Brown-Séquard. Journal de physiologie. 1862. p. 415.

[5]) A. Debouzy. Considérations sur le mouvement de l'iris. Paris 1875. p. 51.

[6]) S. Rembold. Ueber Pupillarbewegung und deren Bedeutung bei den Krank-

kurze Zeit bestehen, und es tritt bald wieder Enge ein. Die beiden letzten Beobachter, welche von einer Verengerung nach der Erweiterung sprechen, und von welchen der erste jene an eine fortdauernde Reizung knüpft, unterlassen es, anzugeben, ob diese Verengerung dieselbe oder gröſser, als die vor der Erweiterung bestehende Enge war. Ich führe diese Beobachtungen überhaupt hier an, weil es bei der ersten Betrachtung möglich erscheint, daſs dieselben in der Weise mit der Physiologie des n. oculomotorius zusammenhängen, daſs die fragliche Erweiterung nicht durch einen activen Reflex auf den Sympathicus, sondern durch einen die Thätigkeit des n. oculomotorius hemmenden bedingt sei. Indeſs versichert Bernard, daſs die fragliche reflectorische Erweiterung fehle, wenn zuvor die spinalen Wurzeln des Grenzstranges durchschnitten werden, welche die erweiternden Pupillarfasern führen. Hiernach hätten diese Beobachtungen Nichts mit der Physiologie des Oculomotorius zu thun. Im Uebrigen bildet die Erweiterung der Pupille nach Verletzungen der Augenlider, der Augenbrauen und Stirn ein altes, vielfach besprochenes Thema [1]). Für die Experimentalphysiologie wird es von Nutzen sein, dasselbe noch einmal gemeinsam mit den unter a erwähnten Erscheinungen experimentell durchzuarbeiten und namentlich die dabei betheiligten centrifugalen Nervenbahnen sicher zu stellen. Für ähnliche reflectorische, durch andere sensible Nerven eingeleitete Pupillenerweiterungen, welche von anderen Forschern noch beobachtet worden sind, werden die gleichen Beziehungen zum Sympathicus bewiesen oder unterstellt, und gehört deren weitere Verfolgung in die Geschichte dieses letzteren Nerven.

Ich benutze diese Stelle noch zu der Bemerkung, daſs man sich

heiten des Centralnervensystems. Nagel. Mittheilungen aus der ophth. Klinik in Tübingen. II. Heft. S. 20. 1880.

[1]) Fr. Tiedemann. Sur la participation du grand sympathique aux fonctions sensoriales. Journal des progrès des sciences médicales. Vol. VI. 1827. p. 30, 36.

auch mit der Erforschung von Reflexen vom Trigeminus aus auf andere motorische Augenmuskelnerven als auf die der Pupille beschäftigt hat. Kugel[1]) giebt an, daſs er beim Hunde auf Reizung sensibler Zweige des Trigeminus in der Augenhöhle Verkürzungen in den den Augapfel zurückziehenden Muskeln erhalten habe.

Wir kommen zum letzten Punkte dieses Abschnittes, zur Geschichte der Physiologie derjenigen Nerventheile, welche bei den verschiedenen Functionen der motorischen Nerven des Auges als Centraltheile vermeintlich oder wirklich thätig sind. Man hätte erwarten können, daſs schon unmittelbar nach der Erläuterung, welche Whytt von dem Galen'schen Phänomen gegeben, oder doch wenigstens nach den Auseinandersetzungen Mayo's die Frage aufgeworfen und zu beantworten gesucht wäre : Welcher Hirntheil ist es, der die Erregungen des Opticus auf den Oculomotorius überträgt ? Doch traten in der Geschichte unseres Gegenstandes, noch ehe diese Frage vorgenommen worden ist, Verhandlungen über einen Nerventheil auf, welcher zwar durch die hervorragendsten Eigenthümlichkeiten der Pupillarbewegung gar nicht, oder kaum berührt worden war, der aber als Bestandtheil einer im Körper weit verbreiteten und zugleich räthselhaften Abtheilung des Nervensystemes, sowie durch seine nahe anatomische Beziehung zum Auge die Aufmerksamkeit auf sich zog. Selbstverständlich meint diese Anspielung das Ganglion ophthalmicum. Es mag daher erst die gesammte Geschichte der Physiologie desselben hier folgen.

---

[1]) L. Kugel. Ueber Reflexe zwischen Trigeminus und motorischen Augennerven. Wiener med. Wochenschr. 1862. S. 661. Auch vom Opticus aus sind Reflexe auf die Augenmuskeln bekannt. Bei starker Beleuchtung des Auges ziehen viele Thiere das dritte Augenlid vor. Da dies eine Folge der Zusammenziehung des m. retractor mittelst der motorischen Augennerven ist, so gehört die genannte

Unser Ganglion theilt in früherer Zeit das Geschick aller, dem sogenannten Sympathicus zugehörigen Ganglien, indem es, wie diese, mancherlei wenig begründete Meinungen von seiner Function über sich hat ergehen lassen müssen. In dieser Beziehung ist auf die Geschichte des Sympathicus zu verweisen. Schon oben [1]) ist angeführt worden, wie Hildebrandt und Kluge unser Ganglion als ein Uebertragungsglied des Lichtreizes auf die Ciliarnerven ohne Vermittelung des Gehirns ansahen. Diese Meinung wurzelte, wie aus der Darstellung bei Kluge hervorgeht, in der von Johnstone [2]) über die Ganglien ausgesprochenen Meinung, daſs jene kleine, untergeordnete Gehirne seien, in welchen sich die Nerven der Herrschaft des eigentlichen Gehirns entzögen. In derselben Zeit sprach Reimarus [3]), sich gleichfalls auf Johnstone stützend, die Meinung aus, daſs das Gg. ophth. die unwillkürlichen Bewegungen der Pupille vermittele. Er nahm jedoch dabei nicht die Reil- v. Humboldt'sche Nervenatmosphäre in Anspruch, sondern stellte sich, wenn ich ihn richtig verstehe, nur einfach vor, daſs das Ganglion die durch Lichtreiz in dem Gehirn hervorgerufene Bewegung der Iris zu einer unwillkürlichen mache, ohne näher anzugeben, wie dies ermöglicht werden könne. Er nahm für seine Meinung besonders die Thatsache in Anspruch, daſs die aus dem Gg. ophth. hervorgehenden Nerven sämmtlich nur in den Bulbus eindrängen. Hiergegen wandte Muck [4]) ein, daſs es nicht

---

Erscheinung hierher. C. R. Hall gedenkt dieser reflectorischen Bewegung für Vögel p. 364 der w. u. bei der Geschichte des Ganglion ciliare citirten Arbeit.

[1]) S. 137.

[2]) J. Johnstone. Essay on the use of the ganglions of the nerves. 1795. Vergl. Philosoph. transact. Vol. LIV, p. 177. Vol. LVII, p. 121. Vol. LX, p. 30. Die in diesen Bdn. enthaltenen Abhandlungen gehen dem Werk von 1795 voraus.

[3]) J. A. H. Reimarus. De cerebro et nervis commentariolus. Act. Monach. 1812.

[4]) F. Muck. De ganglio ophthalmico etc. 1815. p. 84 et sqq.

nur mit einem Ciliarganglion versehene Thiere gebe, welche ihre Pupille willkürlich bewegen könnten, sondern, daſs auch solche vorkämen, bei denen aus dem genannten Knoten Nerven entsprängen, welche in *Augenmuskeln* eindrängen. Da derselbe nach seinen Beobachtungen die Pupillen bei den einzelnen Thieren für um so beweglicher hielt, je dicker die aus dem Gg. ophth. hervorgehenden Nerven seien, so glaubte er, daſs allerdings jenes mit der Bewegung der Pupille zusammenhänge, aber über das Wie findet man bei ihm keine Auskunft. E. H. Weber [1]) fand die Muck'sche anatomische Regel nicht ohne Ausnahme; eine besondere Ansicht über die Bedeutung des Gg. ophth. findet man bei ihm nicht. Brachet [2]) zerstörte den fraglichen Nerventheil bei Hunden mehr oder weniger klar. Aus der folgenden reflectorischen Unbeweglichkeit der Pupille schloſs er auf eine Mitwirkung jenes bei den Pupillarbewegungen. In Erinnerung an die Angabe Mayo's, daſs Durchschneidung des Oculomotorius denselben Erfolg hat, hätte er diesen Schluſs nicht ziehen sollen. Ab und zu ist die Ansicht, daſs unser Ganglion als Uebertragungsglied der durch den Opticus einleitbaren Pupillarbewegungen fungire, später noch wiederholt worden, ohne daſs jedoch diese Behauptung durch entscheidende Gründe gestützt werden konnte. Man hatte auch die Meinung aufgestellt, daſs die der Durchschneidung des Trig. folgende Pupillarverengerung durch eine Wirkung dieses Nerven auf die Ciliarnerven mittelst des Ganglion ciliare geschehe. Diese Ansicht suchten Hall und

---

[1]) p. 70 der ersten, in den annotationes abgedruckten Abhandlung über die Pupille.

[2]) J. L. Brachet. Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux ganglionaire etc. Paris 1830, p. 368 et seqq. Ueber die *erste* Publication dieses Buches vergl. die Vorrede zu demselben. Die Ausgabe von 1830 ist von Flies 1836 ins Deutsche übersetzt worden. Brachet giebt seine Ansicht über das Gg. ophth. besonders deutlich p. 379.

Budge zurückzuweisen. Hall[1]) that dies, indem er sagte : Bei Thieren, deren Trigeminusdurchschneidung Verengerung der Pupille giebt, geschieht dies in Wirklichkeit durch den sechsten Hirnnerven, welcher hier in Verbindung mit dem dritten zur Pupille geht. Bei anderen, z. B. dem Hund, kommt durch die Trigeminusreizung gar keine Pupillenveränderung zu Stande. Ob diese Begründung zu billigen ist, mag hier dahingestellt bleiben. Budge[2]) hob hervor, daſs beim Kaninchen, an welchem Thier die genannte Wirkung des Trig. am deutlichsten zur Beobachtung kommt, dieser Nerv gar keine Beziehung zum fraglichen Ganglion habe. So ist eigentlich bis heute dessen wahre Bedeutung unaufgeklärt. Zwar liegt eine Thatsache vor, die auf den ersten Blick zu beweisen scheint, daſs ihm gar kein Werth zukomme. Dies ist die Angabe von Hensen und Völckers[3]), daſs man keinen Unterschied in dem Erfolg der Reizung finde, wenn man das eine mal die Ciliarnerven, das andere mal dieselben mit Einschluſs des Ganglion reize. Die Urheber dieses Versuches aber waren sich bewuſst, daſs man aus ihm nicht auf die gänzliche Bedeutungslosigkeit des Ganglion ciliare schlieſsen kann; denn es liegt hier nicht eine reine Reizung des Ganglion gegenüber einer reinen der Ciliarnerven vor. Es hat zwar früher Hall[4]) Verengerung der Pupille bei Reizung des Oculomotorius hirnwärts vom Ganglion und ebenso eine solche bei Reizung der Ciliarzweige augenwärts von ebendemselben Nervenknoten gesehen; aber es ist nicht absichtlich darauf geachtet worden, ob nicht etwa Unterschiede in dem zeitlichen Verlauf der Bewegung bei beiden

---

[1]) C. R. Hall. An experimental inquiry into the functions of the Ophthalmic Ganglion. Edinb. med. & surgic. journal. Vol. LXV, No. 167. 1846. p. 355, 378.

[2]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. 1855. S. 191.

[3]) V. Hensen und C. Völckers. Ueber den Mechanismus der Accommodation. 1868. S. 16.

[4]) l. c. Vol. LXV, No. 167. p. 364.

Reizungsarten vorkamen. Nach alle Dem ist es also zur Zeit mit dem überzeugenden Nachweis einer besonderen Function des Ciliarganglions noch schlecht bestellt. Soll von einer solchen die Rede sein, so mufs nachgewiesen werden, dafs Einwirkungen auf die Ciliarnerven vor und hinter dem Ganglion deutlich von einander verschiedene Effecte irgend welcher Art geben. Es ist möglich, dafs diese Forderung in den Versuchen erfüllt ist, welche der Angabe von Donders[1]) zu Grunde liegen : „Das einzige Factum, welches den Einflufs des Gànglions zeigt, ist die verhältnifsmäfsige Langsamkeit in der Zusammenziehung der Pupille.“ Leider bin ich nicht im Stande gewesen, die Beschreibung der bezüglichen Experimente und Deductionen aufzufinden, so dafs ich den literärischen Nachweis derselben schuldig bleiben mufs. Einer besonderen Hypothese über die Bedeutung des Gg. ophth. ist schon oben S. 169 gedacht worden.

Was nun die Untersuchungen über die Hirntheile betrifft, die bei der reflectorischen Uebertragung der im Opticus erregten Vorgänge auf den Oculomotorius thätig sind, so ist ihre Geschichte die folgende. Aus den frühesten, sehr unvollkommenen Experimenten dieses Versuchsgebietes hebt sich kaum etwas Bemerkenswerthes hervor. Wir lesen bei Rolando[2]), dafs ausgiebige Verletzungen des Thalamus opticus bei Vögeln erweiterte Pupillen geben. Jeder Anschlufs aber an bis dahin bekannte Thatsachen fehlt. Richtig kann an und für sich die Beobachtung schon sein, insofern nämlich die Verletzungen der Art gewesen sein können, dafs sie einer Trennung der Tractusfasern gleich kamen; aber sie giebt allein für sich keinen Aufschlufs über diese, oder die Hirntheile, nach denen jetzt zu suchen ist. Flourens[3]) stellte diese Behauptung für dieselbe Thier-

[1]) F. C. Donders. Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges. Deutsche Originalausgabe von O. Becker. 1866. S. 487.

[2]) L. Rolando. Saggio sopra la vera struttura del cervello etc. 1809. p. 39.

[3]) P. Flourens. Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions

klasse in Abrede, versuchte jedoch keine Aufklärung des Widerspruchs. Des Weiteren giebt dieser dann an, daſs Reizung der Vierhügel Zusammenziehungen der Pupille und complete Zerstörung jener Unbeweglichkeit der Iris gebe, und daſs ferner die Abtragung der Gehirnhemisphären, sowie die des kleinen Gehirns keinen Einfluſs auf die Irisbewegung habe. Endlich setzte er noch fest, daſs die vollständige Entfernung eines Vierhügels nur die Iris der entgegengesetzten Seite lähme. Die Folgen der Abtragung der Vierhügel erklärte er für identisch mit denen der Durchschneidung der Optici. Fl. experimentirte an Vögeln und Säugethieren. In Bezug auf den Ort der Reflexion vom Opticus auf den Oculomotorius ergab sich also mit Sicherheit nur das Resultat, daſs derselbe weder im Groſshirn, noch im Cerebellum zu suchen sei. Die Angaben von Flourens wurden im Wesentlichen von Hertwig [1]) und Longet [2]) bestätigt. Der letztere sprach zum ersten Male *wörtlich* aus, daſs die Vierhügel die *Centren* der Reflexbewegung zwischen dem Opticus und den die Iris verengernden Nerven seien. Versuche von Budge [3]) haben die Angelegenheit insofern etwas weiter geführt, als durch sie bei Kaninchen erkannt wurde, daſs nur die *innere* Seite eines *vorderen* Vierhügels für die Irisbewegung des entgegengesetzten Auges von Bedeutung ist. Versuche von Renzi [4]) wollten mit all diesen Angaben nicht recht

---

du système nerveux etc. Sec. édit. 1842, p. 20, 21, 144 ff. Ueber die 1. Ausgabe dieses Buches vergl. S. 87, Bd. X d. Beitr.

[1]) H. Hertwig. Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali singularibus et de verosimili harum partium functione. Diss. inaug. Berol. 1826. p. 20.

[2]) F. A. Longet. Anatomie et physiologie du système nerveux. Paris 1842, T. II, p. 471, 472.

[3]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. 1855. S. 131.

[4]) P. Renzi. Saggio di fisiologia sperimentale sui centri nervosi della psichica nelle quattro classi degli animali vertebrati. Annali universali di medicina etc. Vol. CXC, 1864. p. 3.

stimmen. Nach Versuchen dieses Forschers an Meerschweinchen hebt die Exstirpation der Vierhügel, soweit dieselbe ohne Nebenverletzungen am Sehhügel und dem Sehnerven ausführbar ist, die Contractilität der Iris nicht dauernd auf. Hierauf versuchte Knoll [1]) auszumitteln, welche von den bis dahin gewählten Ausdrucksweisen über die Vierhügel ein gröfseres Recht für sich habe. Durch vielfach modificirte Versuche kam er zu der Ansicht, dafs die Wahrheit mehr auf der Seite von Renzi liege, indem jede Verwundung des vorderen Vierhügels, welche eine Trennung des macroskopischen Verlaufs des Tractus bis in die Vierhügel hinein vermeidet, die reflectorische Beweglichkeit der Pupille bestehen läfst. Die Versuche von Flourens und Derer, die mit ihm stimmen, enthalten insofern nichts absolut Falsches, als die vorderen Vierhügel Fortsetzungen der Tractus optici in sich schliefsen, aber sie reichen nicht zur Begründung der so glatt formulirten Folgerung aus, wie sie sich bei Longet findet. Da Knoll weiter fand, dafs man die Vierhügel bis auf das Dach der Sylvischen Wasserleitung zerstören kann, ohne die reflectorische Beweglichkeit der Pupille aufzuheben, so wies er damit die Berechtigung nach, den Ausdruck aufzugeben, dafs die Vierhügel als solche das Centrum für die reflectorische Pupillarbewegung enthalten. Electrische Reizungen der Vierhügel, bei welchen Knoll ebenfalls die Fortsetzungen der Tractus zu vermeiden suchte, ergaben ein den Angaben von Flourens und Longet entgegengesetztes Resultat, nämlich *Erweiterung* der Pupille. Beide Aussagen können richtig sein, insofern die Orte der Reizung in den Versuchen in Wirklichkeit verschieden waren.

Die Vermuthung, dafs die intracerebralen Nervenzellen, mit welchen motorische Nerven in Verbindung stehen, die Orte reflectorischer Ueber-

---

[1]) Ph. Knoll. Beiträge zur Physiologie der Vierhügel. Meine Beiträge, Bd. IV, 1869, S. 109.

tragung seien, die durch Stilling sen. festgesetzte Lage der Oculomotoriuskerne in der Nähe des Bodens des Aquaeductus Sylvii, sowie endlich die Angabe Meynert's, daſs ein Theil des Opticus durch das Corpus geniculatum mediale und das Brachium conjunctivum anticum zu dem Gangliengrau der Vierhügel geht, deuten die Nähe des Oculomotoriuskerns und diesen selbst als den Ort an, wo die Uebertragung der centripetalen Erregungen auf den Oculomotorius geschieht. Die dieser Meinung günstigen Reizversuche der angedeuteten Stelle, wie sie oben S. 152 erwähnt wurden, geben jedoch nur an, daſs hier erregbare Wege für den Oculomotorius liegen, nicht aber, daſs sich auch hier das Reflexcentrum findet. Man muſs sich bewuſst bleiben, daſs die Centren für einzelne reflectorische Bewegungen durch den Versuch mit den uns zur Zeit zu Gebote stehenden Methoden nur in der Weise zu ermitteln sind, daſs man ihre Lage in gewisse Grenzen einschlieſst, indem man zeigt, daſs eine ins Auge gefaſste reflectorische Bewegung nach Abtragung einer gewissen Reihe von Nerventheilen von verschiedenen und entgegengesetzten Seiten her *bestehen* bleibt; denn wenn nach Entfernung eines gewissen Hirntheils die bezügliche Bewegung verschwindet, so kann dies auch die Folge der Continuitätstrennung einer der betheiligten beiden Nervenfaserarten sein, ohne daſs dabei das eigentliche Centrum vernichtet worden ist. Solchen Versuchen kann man nur *Vermuthungen* entnehmen. In diesem Falle befinden sich fast alle die bisher auf das gesuchte Reflexcentrum bekannt gewordenen Versuche, einschlieſslich der neueren Angabe von Bechterew [1]), daſs, wenn bei einer Läsion der hinteren Seitenwand des dritten Ventrikels auch die unter den Vierhügeln liegende Gegend verletzt wird, nicht selten Erweiterung der Pupille und vollständige Reactionslosigkeit der-

[1]) W. Bechterew. Ueber den Verlauf der die Pupille verengenden Nervenfasern etc. Pflüger's Archiv etc. Bd. XXXI, 1883, S. 71. Ueber die Bemerkungen etc. Ebend. Bd. XXXIII, 1884. S. 242.

selben eintritt und darauf hin vermuthet wird, dafs das uns hier beschäftigende Centrum in dem tiefer liegenden Abschnitt der oberen Hirnschenkeletage unter den vorderen Vierhügeln liege. Nur die erwähnten Versuche von Flourens, Renzi und Knoll haben von einigen Seiten her Hirntheile ausgeschieden, die nicht das Centrum für die reflectorische Pupillarbewegung enthalten; nämlich das Grofshirn, die Thalami, das Kleinhirn und die Vierhügel bis auf die Sylvische Wasserleitung. Zur Vervollständigung unserer Kenntnisse desselben sind ähnliche Versuche von anderen Richtungen her vorzunehmen. Ob vielleicht in der so aufserordentlich zerstreuten Literatur über das Gehirn sich noch hier oder da ein Versuch gelegentlich verzeichnet findet, der einen Beitrag zur Ausfüllung der angedeuteten Lücke giebt, mag schon sein; aber eine methodische, hierher gehörige Untersuchung ist mir nicht bekannt.

Es ist noch darauf aufmerksam gemacht worden, dafs Stilling jun. Faserzüge aus dem Tractus opticus bis in die Grofshirnschenkel und in die Pyramidenkreuzung verfolgt habe, wahrscheinlich in der Hoffnung, dafs mit Hilfe dieses Factums eine befriedigende Erklärung der reflectorischen Pupillenstarre bei Tabes zu gewinnen sei [1]). (Vergl. w. u.). Die Ableitungen, welche Leeser [2]) über das Centrum der Pupillarbewegungen gemacht hat, sind mir unverständlich geblieben. Derselbe sagt: „Meynert hat durch anatomische Untersuchungen höchst wahrscheinlich gemacht, dafs zwischen dem Oculomotoriuskern in der *Rautengrube* (?) und demjenigen Theile des n. opticus, welcher durch das Corpus geniculatum mediale und das Brachium conjunctivum anticum zu dem Gangliengrau der Vierhügel geht, Faserverbindungen bestehen. In der Medulla oblongata

---

[1]) E. Raehlmann. Ueber die neuropathologische Bedeutung der Pupillenweite. R. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge. Nr. 185. S. 1523.

[2]) J. Leeser. Die Pupillarbewegung in physiologischer und pathologischer Beziehung. 1881. S. 11, 12.

wäre demnach die Uebertragungsstelle für die reflectorische Pupillarbewegung zu suchen, eine Ansicht, welche durch die Untersuchungen Stilling's (nämlich die vorher von mir erwähnten) gestützt wird (?)". Ich habe diese Stelle deshalb berührt, weil ich gefunden habe, dafs in neuerer Zeit an mehreren Orten von einem in dem verlängerten Marke liegenden Centrum der Pupillarbewegungen die Rede ist, und ich in dieser nicht hinlänglich klaren Darstellung Leeser's eine theilweise Veranlassung für jene Ausdrucksweise zu finden glaube. Von einem solchen Centrum in dem verlängerten Mark zu reden, ist zur Zeit in Folge experimenteller Arbeiten noch keine ausgiebig begründete Veranlassung vorhanden, obschon die reflectorische Pupillenstarre bei Tabes etc., sowie Stilling's jun. anatomische Angabe Punkte sind, die zu weiteren Forschungen in dieser Richtung Veranlassung geben. Einstweilen ist dieser Abschnitt mit der Bemerkung zu schliefsen, dafs das Reflexcentrum für die Pupillarbewegung noch so gut, wie unbekannt ist, um so mehr, als noch gar kein Anfang damit gemacht ist, zu untersuchen, ob den oben S. 176 ff. kurz erwähnten anderen reflectorischen Pupillarverengerungen, die durch den Oculomotorius zu Stande kommen, dasselbe, oder ein anderes irgendwo liegendes Centrum zukommt, als den durch den Opticus einleitbaren Pupillarverengerungen. Dieses Bekenntnifs über die so mangelhafte Einsicht in die Lage des Centrums für die reflectorische Pupillarbewegung scheint in auffallendem Widerspruch mit einer Aeufserung bei Schwalbe zu stehen, nach welcher *aufser* den anatomischen Centren (Nervenkernen) für die Augenmuskeln ein wichtiges *Vierhügelcentrum* des Opticus bekannt sein soll. Mir sind keine *physiologischen* Thatsachen in Erinnerung, welche zu dieser Unterscheidung geführt haben [1]).

Die Thatsache, dafs beim Menschen der Grad der Beleuchtung nur

---

[1]) G. Schwalbe. Lehrbuch der Neurologie. 1881. S. 703.

eines Auges die Pupillenweite beider Augen bestimmt, ist Veranlassung gewesen, über diese Gegenseitigkeit eine Erläuterung zu suchen. Bei Thieren, denen, wie z. B. dem Kaninchen, die consensuelle Irisbewegung fehlt [1]), bleibt, da die Durchschneidung eines Sehnerven peripher vom Chiasma Erweiterung der gleichnamigen, central von demselben eine solche der ungleichnamigen Pupille giebt, nichts anderes übrig, als anzunehmen, dafs die die Reflexe incitirenden Fasern des Opticus im Chiasma totale Kreuzung eingehen, und dafs die je eines Sehnerven im Gehirn nur mit dem Reflexcentrum der gleichnamigen Seite in Beziehung stehen. Dies ist das nur anders ausgesprochene Factum. Beim Menschen und bei den Thieren mit consensueller Irisbewegung liegt die Sache anders. Für diese Fälle stehen, das sagt die consensuelle reflectorische Irisbewegung schon ohne Weiteres aus, die incitirenden Fasern eines Auges mit den Centren *beider* Seiten in Beziehung. Da niemals eine Thatsache bekannt geworden ist, welche andeutet, dafs im Chiasma ein reflectorisches Centrum liege, so mufs jene Eigenschaft im Gehirn gesucht werden. Ob dabei totale oder partielle Kreuzung im Chiasma besteht, ist für diesen Punkt gleichgiltig. Dieser Schlufs bekommt aber für den Menschen noch einen Zusatz, wenn man, von der jetzt nicht mehr zu bezweifelnden Semidecussation im Chiasma ausgehend, die Beobachtungen heranzieht, welche durch Heddäus [2]) und Leeser [3]) an homonymen Hemianopen

[1]) Die Thatsache, dafs es überhaupt Thiere gibt, denen eine consensuelle Irisbewegung fehlt, ist, soweit ich die Geschichte dieses Gegenstandes kenne, zuerst von Petit beobachtet und dann von Blumenbach bestätigt worden. Die Beobachtung bezieht sich auf Vögel. Vergl. S. 53 der oben S. 137 citirten Schrift des letzteren. Dann findet sie sich wieder bei Mayo, wenn auch dort nicht ausdrücklich der Gegensatz angemerkt worden ist, in welchem die menschliche Pupille dazu steht. Für das Auge des Kaninchens hat sie durch eine besondere, diesem Gegenstand gewidmete Prüfung Knoll, diese Beitr. Bd. IV, S. 115, festgesetzt.

[2]) E. Heddäus. Klinische Studien über die Beziehungen zwischen Pupillarreaction und Sehvermögen. 1880. S. 52 ff.

[3]) l. c. S. 15.

über die Pupillarbewegung gemacht worden sind, darin bestehend, dafs auch bei diesen noch directe und consensuelle Irisbewegung besteht, so dafs, unter der Voraussetzung, es sei in den beobachteten Fällen ein Tractus vollständig leitungsunfähig geworden, zu sagen ist, dafs das, was für die incitirenden Fasern eines *Sehnerven* gilt, auch für die eines jeden *Tractus* wahr ist. Zu dieser Vorstellung über den Gehalt des Tractus an reflectorisch incitirenden Pupillarfasern kommt man jedoch nicht, wenn es sich für den Menschen bestätigt, was Bechterew [1]) für den Hund behauptet, dafs im Tractus, den Corpora geniculata und den Corpora quadri- resp. bigemina gar keine reflectorisch die Pupillarmusculatur incitirenden Fasern liegen, sondern dafs dieselben hinter dem Chiasma unmittelbar in das die Höhle des dritten Ventrikels umlagernde Centralgrau und von da zu den Kernen des Oculomotorius ziehen. Dieser Gegenstand verlangt indefs eine weitere Prüfung, denn nach Versuchen von Knoll [2]) beim Kaninchen gab Durchschneidung eines *Tractus* Pupillenerweiterung des entgegengesetzten Auges und Unfähigkeit desselben, auf Lichtreiz zu reagiren. Ueber die Art der Verknüpfung der incitirenden Tractusfasern mit den beiderseitigen Centren oder dieser unter sich haben die bisherigen Untersuchungen noch keinen entscheidenden Aufschlufs gegeben. Die Fasern des Opticus sind in denjenigen Einzelheiten, wie sie hier in Betracht zu kommen haben, noch nicht hinlänglich nahe an die Oculomotoriuskerne herangeführt, und die bisherigen Beobachtungen über eine Verbindung der beiderseitigen Oculomotoriuskerne bedürfen noch der Vervollständigung [3]).

---

[1]) S. 86 in der ersten der beiden o. S. 187 citirten Arbeiten.

[2]) Ph. Knoll. Bd. IV dieser Beitr. S. 118.

[3]) Da ich nur eine Geschichte der Experimentalphysiologie des n. oculomotorius schreibe, so erlaube ich mir, von einem ausführlichen Eingehen auf die anatomische Literatur abzusehen.

Aus den bisherigen physiologischen Erfahrungen kann man gleichfalls noch Nichts über den fraglichen Punkt mit Sicherheit ableiten. Zwar schlofs E. H. Weber[1]) aus der Thatsache, dafs bei der Beleuchtung eines Auges die Pupillen beider Augen sich *gleich stark* zusammenziehen, dafs nicht zwei Centralorgane, sondern nur eins für die Pupillen beider Seiten vorhanden wären. Es scheint aber, dafs sich diese Thatsache, die übrigens, da sie nicht unbestritten ist, der weiteren Prüfung bedarf, auch durch die Unterstellung zweier räumlich getrennter Centren verstehen läfst, wenn man nur annimmt, dafs sich eine jede Opticusfaser in gleicher Weise mit je einem gleicher Wirkung fähigen Centrum, etwa durch vorangegangene Theilung, verbindet.

Ich schliefse an die Geschichte von den reflectorischen Centren der Pupillarbewegungen noch, wenn auch streng genommen nicht hierher gehörig, diejenigen experimentellen Erfahrungen an, welche sich auf Hirntheile beziehen, in denen die von dem peripheren motorischen Nerven des Auges bekannten, den Zwecken des Sehens dienenden Functionen zusammengefafst werden, oder doch, nach den bis dahin vorliegenden Versuchen zu schliefsen, anzudeuten scheinen, dafs sie für solche Zusammenfassungen bedeutungsvoll seien. Oben, S. 152, wurden Versuche zusammengestellt, welche zeigen, dafs für die verschiedenen Functionen des Oculomotorius schon innerhalb des Gehirns verschiedene Wege bestehen. Dann folgten S. 184 ff. solche, die darauf ausgingen, den centralen Ort zu suchen, wo die reflectorische Pupillarbewegung eingeleitet wird, die jedoch bis jetzt zu sehr unvollkommenen Resultaten geführt haben. Die nun noch anzuführenden Versuche sind wesentlich von dem Gedanken ausgegangen, nach Hirntheilen zu suchen, von denen aus mehrere der so eng verknüpften Accommodations-, Pupillar- und Bulbibewegungen her-

[1]) p. 84 der ersten Abhandlung über die Pupille in den annotationes etc.

vorgebracht werden können. Ohne hier eine Discussion darüber anzustellen, ob und wie weit man berechtigt ist, aus diesem Versuche die Schlüsse zu ziehen, die man daraus abzuleiten versucht hat, führe ich die letzteren einfach an. Adamük experimentirte an der Katze und dem Hunde. Bei Reizung des unteren hinteren Theils der Vierhügel sah er Senkung der Augen, starke Convergenzbewegung und Pupillenverengerung; bei einer solchen des Bodens des Aquaeducts Wendung der Augen nach innen mit Pupillarbewegung. Ueber die Ableitungen, welche aus diesen Versuchen und späteren von Völckers und Hensen angestellten gemacht worden sind, vergleiche man Leeser [1]), wo die bezügliche Literatur zusammengestellt ist. Hieran reihen sich die Versuche von Hitzig [2]), denen zufolge man durch electrische Reizung einer bestimmten, im postfrontalen Gyrus gelegenen Stelle, welche mit einem Theile des sogenannten Facialis-Centrums zusammenfällt, Bewegungen in den vier geraden Bulbusmuskeln der der gereizten Seite entgegengesetzten hervorrufen kann. Ferrier [3]) sah bei Hunden Aehnliches, verbunden mit einer Verengerung der Pupille. Der Letztere beobachtete auch noch bei der Reizung von anderen Stellen des Grofshirns bei demselben Thiere verschiedene Augenbewegungen, bald mit Verengerung, bald mit Erwei-

---

[1]) J. Leeser. Die Pupillarbewegung. 1881. S. 21 ff.

[2]) E. Hitzig. Untersuchungen zur Physiologie des Gehirns. 4. Abh. Reichert und du Bois-Reymond. Archiv f. Anat. und Phys. 1873. S. 397; und: Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. S. 42.

[3]) D. Ferrier. Die Functionen des Gehirns. Uebersetzt von Obersteiner. 1879. S. 164. Das Original: „The Functions of the brain“ ist 1876 in London erschienen. Die frühesten Angaben Ferrier's über Stellung der Hirnrinde zu Bewegungen der Augen und der Pupille finden sich in: The West Riding Lunatic Asylum Medical Reports Vol. III. p. 30. 1873. Die zwischen dieser Publication und dem Buch: „The Functions of the brain“ liegenden Mittheilungen finden sich S. 151 der Obersteiner'schen deutschen Ausgabe verzeichnet.

terung der Pupille verbunden [1]) und macht aufserdem noch auf denselben Punkt bezügliche Angaben für Affen, Schakal, Katze [2]). Endlich gehören noch hierher die Erfahrungen über die Zwangsstellungen der Augen, welche bei einseitigen Verletzungen und Reizungen des verlängerten Marks und des kleinen Gehirns schon sehr früh bekannt geworden und genauer in der Geschichte dieser Hirntheile darzustellen sind.

IV. Die Pupille im natürlichen Schlaf.

Bekanntlich war es Fontana [3]), der zuerst die Beobachtung ausführlich beschrieb, dafs die Pupille während des Schlafes sehr stark verengt sei. Als er an schlafenden Katzen und Menschen, Kindern sowohl, als Erwachsenen, die Lider öffnete und in das Auge nur so viel Licht fallen liefs, als zur Beobachtung der Pupille nothwendig, sah er, dafs diese verengt war und zwar so stark, wie es der höchste Grad des Lichtes nicht zu erzeugen vermocht hätte. Beim Erwachen der Beobachteten erweiterten sich die Pupillen. Dies bewies dem Fontana, dafs die geringe Lichtmenge, welche während des Eröffnens der Lider in das Auge fiel, nicht die Ursache der Verengerung gewesen war. Eine leuchtende Kerze vor das geöffnete Auge des Schlafenden gebracht, vermehrte die Verengerung der Pupille nicht. Je tiefer der Schlaf, desto enger die Pupille. Diese Beobachtungen waren keine zufälligen, sondern wurden in der ausgesprochenen Absicht unternommen, den Ruhezustand der Pupille kennen zu lernen. Fontana sieht diese Verengerung an als erzeugt durch die natürlichen, elastischen Kräfte der Iris, wobei jedwede Thätigkeit des Gehirns ausgeschlossen sei. Die erste Beobachtung dieser Art findet sich jedoch schon bei Zinn [4]).

[1]) Ibid. S. 165. [2]) Ibid. S. 158, 168, 170.

[3]) F. Fontana. Dei moti dell' iride. Lucca. 1765. p. 22—27.

[4]) Zinn. Gött. Anz. 22. St. 1757. Die Abh. „De motu uveae" ist erst 1779 in den Comment. soc. scient. Gott. Vol. I erschienen.

F. und Toracca[1]) sind ihm gefolgt. Blumenbach[2]) beobachtete die erwähnte Pupillenenge auch bei schlafenden Neugeborenen. Er bestritt Fontana's Erklärung, indem er meinte, dafs der natürliche Zustand der Pupille die Erweiterung derselben, und die Verengerung im Schlafe die Folge einer während des Fötalzustandes erworbenen Gewohnheit sei, indem zu dieser Zeit die Pupille durch die membrana pupillaris verengt gehalten worden sei. Seine Meinung wurde von Dömling[3]) mit Gründen bestritten, die in dessen Aufsatz des Näheren nachgesehen werden können. Grappengiefser[4]) hielt beide Zustände der Pupille für Thätigkeit, ohne jedoch für die Verengerung im Schlafe eine andere, als die augenscheinlich ungenügende zu geben, dafs die jeweilige Enge durch die Bedürfnisse des Sehens bedingt werde. E. H. Weber[5]), welcher die Lehre von der Pupillarbewegung in mehreren Punkten wesentlich förderte, hat zu diesem Theile derselben keine wesentlichen Zusätze gemacht, jedoch merkt er gegen die Meinung, dafs die Enge der Pupille während des Schlafes den passiven Zustand derselben darstelle, an, dafs ihre Weite während dieser Zeit kleiner, als nach dem Tode sei, und dafs während der Hibernation keine solche Pupillenverengerung, wie im Schlafe beobachtet werde. Er verglich die Enge der Pupille in diesem Zustande mit der Wirkung der Sphincteren, von denen er glaubte, dafs auch sie während des Schlafes oft gröfser, als während des wachenden Zustandes

---

[1]) Toracca. Giornale di medicina. Vol. IV.

[2]) Blumenbach. De oculis leucaethiopum et iridis motu. Comment. soc. scient. Gott. ad a. 1784. Vol. VII. p. 49. 1785.

[3]) Dömling. Ueber die Ursache der Bewegungen der Regenbogenhaut. Reil. Archiv f. d. Physiologie. Bd. V. S. 335. 1802.

[4]) Grappengiefser. Einige Resultate von Beobachtungen etc. Ascläpieion. 1811. S. 1332.

[5]) E. H. Weber. Programmata collecta. Fasc. III. 1. Tractatus de motu iridis ex anno 1821. p. 62.

sei. Wie sich Weber diesen Reizzustand dachte, darüber hat er sich nicht weiter ausgesprochen. Merkwürdig ist, dafs nach all diesen Beobachtungen und Verhandlungen Mayo [1]) noch im Jahre 1823 sagen konnte, dafs die Pupillenverengerung im Schlafe eine nicht allgemein bekannte Erscheinung sei. Doch trug seine Unkenntnifs in dieser Beziehung die Frucht, dafs sein Freund C. Hawkins, dem er die Beobachtung der Pupille während des Schlafes anempfohlen hatte, den Zusatz fand, dafs entgegen der Meinung Fontana's eine bereits während des Schlafes verengte Pupille bei intensiver Beleuchtung noch enger werde. Joh. Müller [2]) glaubte die fragliche Erscheinung als eine Mitbewegung auffassen zu können, indem die Augen während des Schlafes nach innen und oben gerichtet seien.

In der neueren Zeit ist die in Rede stehende Eigenschaft der Pupille zwar noch weiter studirt, aber ihre Erklärung noch zu keinem befriedigenden Abschlufs gebracht worden. Raehlmann und Witkowski [3]) glauben hervorheben zu müssen, dafs die im Schlafe verengte Pupille auf Lichtreiz noch enger werde, eine Beobachtung, die schon Hawkins u. A. kennen gelehrt hatten. Weiter geben die eben Genannten noch an, dafs auf andere sensible Reize als auf Licht die Pupille des Schlafenden constant *weiter* werde; es zeige sich dies besonders in den Fällen, in welchen zugleich abwehrende Reflexbewegungen, oder unvollständiges Erwachen, eintreten. Da die Verf. den Reizzustand nicht auffinden können, zu dessen

---

[1]) H. Mayo. On the cerebral nerves, with reference to sensation and voluntary motion. In dessen : Anatomical and physiological commentaries. II. 1823. p. 6.

[2]) Joh. Müller. Handbuch d. Physiol. d. Menschen. 4. Aufl. Bd. I. 1844. S. 589.

[3]) E. Raehlmann und L. Witkowski. Ueber das Verhalten der Pupillen während des Schlafes etc. His etc. Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiolog. Abth. 1878. S. 109.

Voraussetzung schon Weber neigte, auch J. Müller's Annahme, welche bereits Ruete [1]) durch Zweifel an der Convergenzstellung der Augäpfel während des Schlafes wankend gemacht hatte, nicht annehmbar schien, und sie selbst die weitere Beobachtung gemacht haben, dafs die Pupillenenge im Schlafe durch während desselben statt findende Augenbewegungen keine Aenderung erleidet; so suchen sie jene Enge dadurch zu erklären, dafs sie sagen, es fehle der Pupille zur Zeit des Schlafes die Anregung zur *Erweiterung*, wie dies auch bei spinalen und cerebralen Erkrankungen der Fall sei.

Sie nähern sich also der Auffassung Fontana's, jedoch mit dem Unterschiede, dafs sie auf einen *relativen* Zustand der Ruhe kommen, Fontana aber einen *absoluten* Ruhezustand annahm. Diese Ansicht schliefst sich jedoch nach Bessau [2]) manchen Thatsachen nicht an. Es bleibt nach ihr unerklärt, weshalb die Abwesenheit aller Reize im Schlafe nicht auch die verengernden Kräfte aufser Wirksamkeit setzt, und wie es kommt, dafs die Pupille des atropinisirten Auges im Schlafe sich nicht verengt [3]), da doch als erwiesen anzunehmen ist, dafs Atropin den Sympathicus nicht lähmt. Auch erreicht die Pupille nach Exstirpation des oberen Halsganglions nicht die Enge wie im Schlafe. Bessau kommt daher auf die Ansicht zurück, welcher sich schon E. H. Weber nicht abhold zeigte, dafs wir es nämlich hier mit einer Reizungserscheinung des Oculomotorius zu thun haben. Hiermit ist jedoch das volle Verständnifs unserer Erscheinung noch nicht erreicht; es bleibt noch aufzuklären, woher dieser Reiz im Schlafe rührt. Die Anbahnung aber dieser Aufklärung kommt mir um so wichtiger vor, als sie einen wesentlichen

---

[1]) C. G. Th. Ruete. Lehrbuch der Ophthalmologie. II. Aufl. S. 97. 1855.

[2]) G. Bessau. Die Pupillenenge im Schlafe und bei Rückenmarkskrankheiten. Inaugd. Königsb. 1879.

[3]) Diese Thatsache hat zuerst Gruenhagen, Virchow's Archiv. II. Folge. Bd. X. S. 502. 1864, hervorgehoben.

Beitrag zur Lehre von dem Tonus der glatten Muskelfaser zu liefern verspricht.

Es würde sich hieran nun zweckmäfsig eine Betrachtung der Untersuchungen über das Verhalten der Pupille beim Schlafe durch Chloralhydrat, Morphium etc. anschliefsen. Ich stehe aber davon ab, theils weil ich dadurch ungebührlich weit auf pharmakologisches Gebiet geführt werden würde, theils weil die bezüglichen Untersuchungen noch nicht so modificirt und durchgearbeitet sind, dafs sie theoretisch weiter führen, als die auf die Pupillenenge im natürlichen Schlaf bezüglichen, und weil insbesondere der Antheil, welchen der Oculomotorius an diesen Erscheinungen nimmt, nicht festgesetzt ist.

V. Die Pupille bei Erkrankungen des centralen Nervensystems.

Den Nervenpathologen ist seit 1869 bekannt, dafs in vielen Fällen bei dem als Tabes dorsalis beschriebenen Krankheitsbild eine erhebliche Verengerung der Pupille vorkommt, bei welcher Lichtreize keine Veränderung mehr hervorbringen, Bewegungen der Augen aber zum Zwecke der Accommodation mit Pupillarbewegungen verknüpft sind. Doch ist nicht in allen Fällen mit der reflectorischen Unbeweglichkeit eine besonders hervortretende Myose verbunden. Dieser Zustand wird bekanntlich als *spinale Myosis*, *paralytische Myose*, oder auch als *Myose mit reflectorischer Pupillenstarre* beschrieben. Das Phänomen wurde zuerst von A. Robertson[1]) beobachtet. Dann folgten Beobachtungen von Knapp, Lebert,

[1]) Argyll Robertson. In zwei Aufsätzen des Edinb. med. Journals von 1869. Robertson mag immerhin Derjenige sein, welcher auf den Zusammenhang der fraglichen Pupillenenge mit centralen Erkrankungen zuerst aufmerksam gemacht hat. Sicher indefs ist, dafs bereits vor ihm jener Zustand der Pupille bekannt war, wenn er auch auf andere Weise erläutert wurde. F. v. Willebrand berichtet in v. Gräfe's Arch. f. Ophth. Bd. I. Abth. 1. S. 319 ff. 1854 einen Fall von einer reflectorisch starren Pupillenenge (ohne sicher nachweisbare Ursache), welche er auf den Sympathicus

Wernicke, Hempel, Vincent, Erb, Bessau, wobei noch zu bemerken, daſs auch von vielen anderen Seiten her die Thatsache bestätigende Bemerkungen vorliegen, die jedoch, weil sie keine hervorragenden Beobachtungen oder Zergliederungen enthalten, übergangen werden können. Aus den Arbeiten dieser Aerzte ist Folgendes hervorzuheben.

Knapp[1]) sah einen Fall Robertson's und berichtet von einem anderen, in welchem eine einseitige Rückenmarksverletzung auf der verletzten Seite eine Myose erzeugt hatte, auf welche das Licht gleichfalls keinen Einfluſs mehr zeigte.

Lebert[2]) hatte Gelegenheit ähnliche Fälle zu sehen.

Wernicke[3]) wies bei Geisteskranken Fälle von Myosis nach, in denen gleichfalls die vom Opticus einleitbare reflectorische Bewegung der Pupille fehlte, während die mit der Stellung der Sehaxen verknüpfte noch bestand. Die reflectorische Starre erläutert er durch eine Störung des Weges zwischen Opticus und Oculomotorius, wobei er Meynert's Ansichten über den Verlauf des Tractus nach dem Oculomotoriusursprung zu Grunde legt.

Hempel[4]) stellte die bis zu seiner Zeit bekannten Fälle zusammen und fügte einige andere hinzu. Von durch ihn betonten Thatsachen ist besonders die zu erwähnen, daſs in den meisten der von ihm beobachte-

---

bezieht. Da aber bei durchschnittenem Sympathicus die reflectorischen Erscheinungen der Pupille nicht vernichtet sind, so scheint dieser Fall in die Kategorie unserer jetzigen Erscheinungen zu gehören.

[1]) H. Knapp. Augen- und ohrenärztliche Reisenotizen. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde. Bd. II. 2. Abth. 1872. S. 191 ff.

[2]) Lebert. Jahresber. v. Hirsch und Virchow für 1872. II. S. 544.

[3]) C. Wernicke. Das Verhalten der Pupillen bei Geisteskranken. Virchow. Arch. f. path. Anat. 5. Folg. Bd. VI. S. 397. 1872.

[4]) Hempel. Ueber die Spinalmyosis. v. Graefe. Arch. f. Ophthalmol. Bd. XXII. Abth. 1. S. 1. 1876.

ten Fällen das Atropin nur einen *mittleren Grad* von Erweiterung der verengten Pupille zu Stande bringt, was er auf eine Lähmung des Dilatators schiebt, eine Ursache, aus welcher er überhaupt die Enge in den Fällen spinaler Myosis ableitet. Robertson und Lebert hatten übrigens schon vor Hempel das erwähnte Verhalten beobachtet. Für den Theil der Erscheinung, welcher sich auf die reflectorische Starre bezieht, kommt er im Wesentlichen auf Wernicke's Annahme hinaus. Vincent[1]) und Erb[2]) lieferten sehr werthvolle Beiträge über das Vorkommen des Leidens bei den verschiedensten spinalen Erkrankungen. Der Letztere hat überdies noch die Wahrnehmung gemacht, dafs bei Tabischen die reflectorische Starre und die damit etwa verbundene Myose weder durch Erwecken aus dem Schlafe noch durch Application von Hautreizen im wachenden Zustand irgend welche Veränderung erfahren.

Der Theorie dieser Erscheinungen wandte sich besonders Bessau[3]) zu. Gegner des ersten Theils der Hypothese Hempel's, bezieht er die Enge auf einen pathologischen Erregungszustand im centralen Gebiet des n. oculomotorius. Hierbei stützte er sich wesentlich auf die an Thieren gemachten Beobachtungen, dafs die Exstirpation des oberen Halsganglions nur eine sehr geringe Pupillenverengerung zur Folge hat, und diese auch nicht von längerem Bestande ist. Hempel hatte die mangelhafte Erweiterung der Spinalmyose durch Atropin für die Annahme einer Lähmung des Dilatationssystems geltend gemacht. Bessau ist der Meinung, dafs

[1]) N. C. Vincent. Des phénomènes oculo-pupillaires dans l'ataxie locom. prog. et la paraly. génér. des aliénés. Thèse. Paris 1877.

[2]) W. Erb. Zur Pathologie der Tabes dorsalis. Deutsches Arch. für kl. Med. Bd. XXIV. S. 1. 1879; und: Ueber spinale Myosis und reflectorische Pupillenstarre in: Ordinis medicorum Lipsiensis decanus et reliqui professores memoriam E. G. Bosei die XXII. Septembr. a. 1880 etc. pie celebrandam indicunt.

[3]) G. Bessau. Die Pupillenenge im Schlafe und bei Rückenmarkskrankheiten. Inaug.-Diss. Königsb. 1879.

diese Wirkungsweise des Atropins darin ihren Grund habe, dafs durch die anhaltende Contraction in Folge einer Oculomotoriusreizung der Sphincter an Elasticität verloren habe. Diese Gründe haben jedoch Erb nicht abgehalten, sich in seiner zweiten Arbeit bezüglich der Erklärung der Myose der Theorie Hempel's anzuschliefsen. Auch Rembold [1]) spricht sich gegen Bessau's Erklärung aus. Er beruft sich dabei darauf, dafs für eine Reizung des Oculomotorius keine rechte Ursache vorhanden sei, und namentlich jene Deutung für diejenigen Fälle nicht passe, bei denen die fragliche Myose mit begrenzten Herden im Halsmark vergesellschaftet vorkomme. Weshalb ist wohl bei diesen Verhandlungen stets der Trigeminus ausgeschlossen worden, da doch mindestens für einige Thiere dessen verengernder Einflufs auf die Pupille feststeht, und seine anatomische Beziehung zum Rückenmark am augenscheinlichsten ist ? Es könnte möglicher Weise die durch Trigeminusreizung stark verengte Pupille unfähig sein, sich auf den schwächern Lichtreiz noch weiter zu verengern, während die Accommodation als stärkere Erregung noch eine weitere Verengerung hervorbringen könnte.

VI. Die Pupillenweite als veränderlich mit der Accommodation und den Augenbewegungen.

Der alte Scheiner'sche Versuch, wie er oben S. 120 in seiner ganzen Ausdehnung mitgetheilt worden ist, scheint schon ziemlich zweifellos die Thatsache festzustellen, dafs die Pupille sich bei der Accommodation auf nahe Gegenstände verengt und bei einer solchen auf fernere sich erweitert; denn, da nach Scheiner's Angabe der Versuch im Dunklen wie im Hellen gelingt, auch der Nadelkopf, mit welchem Scheiner zu-

[1]) S. Rembold. Ueber Pupillarbewegungen und deren Bedeutung bei den Krankheiten des Centralnervensystems. Nagel. Mittheilungen aus der ophth. Klinik in Tübingen. II. Heft. S. 111. 1883.

erst experimentirte, durch einen *beliebigen*, also auch dunklen [1]), anderen kleinen Gegenstand ersetzt werden kann, so ist die verschiedene Pupillenweite im fraglichen Versuche nicht abhängig von den verschiedenen Graden ihrer Beleuchtung, und da aufserdem der Versuch nur mit *einem* Auge und zwar, wie es Scheiner abbildet, so angestellt wird, dafs der Augenbulbus beim abwechselnden Beschauen des nahen und fernen Gegenstandes keine merkliche Bewegung macht, so kann die veränderliche Weite auch nicht von einer veränderten Axenstellung des Auges herrühren. Auffallend ist es, dafs Maitre-Jan, der als Oculist sich so viel mit dem Auge beschäftigt hat, die unrichtige Angabe macht, dafs sich die Pupille erweitere, wenn man sehr nahe, und verengere, wenn man sehr entfernte Gegenstände betrachte [2]). Plempius [3]) scheint die Einzelheiten des Versuchs von Scheiner nicht hinlänglich gewürdigt zu haben, denn er bezieht die veränderliche Pupillenweite beim Sehen in verschiedene Fernen auf die verschiedene Licht*menge*, welche verschieden entfernte leuchtende Gegenstände in das Auge schicken. Whytt [4]) sieht den Grund für die Verengerung der Pupille beim Sehen in die Nähe weniger in der gröfsern Dichte des von nahen Gegenständen ausgehenden Lichtes, als in dem Umstand, dafs die Seele die Gegenstände möglichst deutlich sehen wolle, beim Sehen in die Nähe aber, wegen der gröfseren Divergenz der Strahlen und des Umstandes, dafs nur die nahe der Axe einfallenden dem deut-

---

[1]) Die spätere Bemerkung von Monro II., dafs Scheiner's Versuch auch mit einem dunklen Object gelinge, ist nicht absolut neu, sondern bereits in Scheiner's Ausdrucksweise enthalten. A. Monro. Observations on the structure and functions of the nervous system. 1783. p. 96. Auch Whytt hat bereits vor Monro diese Versuchsform angegeben.

[2]) A. Maitre-Jan. Traité des maladies de l'oeil. p. 24. 1707. Das beigegebene Druckfehlerverzeichnifs corrigirt die Angabe nicht.

[3]) Plempius. Ophthalmographia, lib. III, cap. 8.

[4]) R. Whytt. l. c. p. 72.

lichen Sehen dienen, durch eine Verengerung der Pupille die ferner von der Axe auffallenden, eine Undeutlichkeit im Sehen hervorrufenden, abgeschnitten würden. Ihm ist mithin die Adaption des Auges für die Nähe die Ursache für die Pupillarbewegung. Allerdings stellt er sich noch fälschlich vor, daſs die Pupillenverengerung für das deutliche Sehen in die Nähe ausreiche. Als Beweis für seine Ansicht führt er im Wesentlichen den Versuch an, zuerst nach einem mehrere Fuſse entfernten Gegenstande lebhafter Farbe, darauf nach einem nur einige Zolle entfernten dunklen zu sehen, wobei Verengerung der Pupille im letzten Falle zu beobachten sei. Bei dieser Auseinandersetzung, welche schon in der ersten 1751 erschienenen Ausgabe der Abhandlung über die vitalen und unwillkürlichen Bewegungen vorkommt, wird jedoch nicht angegeben, ob man dabei mit einem oder mit beiden Augen sehen solle, so daſs sich nicht entscheiden läſst, ob die Pupille nicht auch wegen veränderter Stellung der Augenaxen beim Uebergang von fernen auf den nahen Gegenstand sich verengerte. Da er nicht den Plural gebraucht, hat er wohl nur mit einem Auge gesehen. Jene Behauptung Whytt's wurde von Porterfield [1]) getadelt, doch sieht man nicht recht ein, ob ihm das Experiment von Whytt nicht zusagte, oder ob die Ausdrucksweise für den Grund der Pupillenverengerung beim Sehen in die Nähe ihm nicht gefiel. Whytt kam auf diese Einsprache Porterfield's in seiner 1763 erschienenen zweiten Ausgabe der genannten Abhandlung zurück und hielt seinem Gegner das folgende Experiment vor [2]). Während man auf eine drei Fuſs vom Auge entfernte Nadel steadfastly blickt, wird eine zweite in derselben graden Linie, der Axe des Sehens, gestellt. Obschon nun mehr Strahlen in das Auge fallen, findet doch keine merkbare Ver-

[1]) Porterfield. Treatise on the eye. Vol. I. p. 171.

[2]) l. c. p. 73.

engerung der Pupille statt. Diese tritt aber sofort ein, wenn man mit dem Sehen von der fernen auf die nahe Nadel übergeht. Offenbar nur eine kleine unwesentliche Modification des Scheiner'schen Versuchs.

Porterfield [1]) merkte zuerst an, daſs die beim Sehen in verschiedene Entfernung im Innern der Augen vor sich gehende Adaptionsbewegung immer eine diese begleitende Bewegung der Augenaxen hervorrufe. Obschon er recht gut wuſste und ausdrücklich [2]) davon spricht, daſs beim Sehen in die Nähe die Pupille enger wird, so ist in ihm doch nicht die Frage aufgestiegen, ob diese Verengerung mehr mit der Accommodation, oder mehr mit den Augenbewegungen zusammenhänge.

Purkinje [3]) lehrte, daſs, wenn man es durch Uebung dahin bringe, den Augenaxen abwechselnd ohne Zwischenobjecte solche Stellungen zu geben, wie wir sie beim abwechselnden Sehen auf einen näheren und ferneren Punkt ausführen, man auf diese Weise indirect willkürlich Verengerung und Erweiterung der Pupille herbeiführen könne. Er lieferte damit den Beweis, daſs sich stets mit der Stellung der Augenaxen eine gewisse Bewegung der Pupille verknüpft, auch wenn wir dabei auf keine bestimmten Gegenstände blicken. Vallée [4]) giebt, ohne Purkinje's Versuche zu erwähnen, an, sich die Fähigkeit erworben zu haben, willkürlich die Pupillen abwechselnd zu erweitern und zu verengern, indem er öfters die Augen nach den fernen und nahen Punkten eines vor denselben befindlichen Maſsstabes richtete und nach und nach das Bewuſstsein derjenigen Anstrengungen seiner Augen erlangte, mit welchen die veränderlichen Bewegungen seiner Pupillen verknüpft waren. Indeſs hat

---

[1]) W. Porterfield. A treatise on the Eye. Edinb. 1759. Vol. I. p. 415, 416.

[2]) Ibid. Vol. II. p. 97.

[3]) J. Purkinje. Beiträge zur Kenntniſs des Sehens in subjectiver Hinsicht. 1819. S. 123, 124.

[4]) Vallée. Mémoire sur la théorie de la vision. Magendie. Journal de physiologie expérimentale. T. I. 1821. p. 144, 149.

er doch nicht den Punkt erkannt, auf welchen es ankommt; denn nicht allein wird von ihm gesagt, „il a acquis la conscience des mouvements de son *iris*," sondern es geht auch aus den weiteren Auseinandersetzungen hervor, dafs er die Verengerung der Pupille beim Blicken auf nähere Punkte auf die gröfsere Lichtmenge schiebt, welche dann die Retina empfängt. Er hat augenscheinlich die früheren Versuche dieses Gebietes nicht gekannt, und seine Versuche haben nur den Werth, dafs sie beweisen, es sei durch Uebung möglich, diejenigen Anstrengungen ohne Gesichtsobjecte zu erlernen, bei denen während des Gebrauchs von Gesichtsobjecten Verengerung der Pupille eintritt. Dagegen hob E. H. Weber es wieder scharf hervor, dafs bei sehr convergirenden Augenaxen die Pupillen stark verengt werden [1]), auch wenn wir die Convergenz nicht zum Zwecke des Sehens näherer Gegenstände herstellen, gab also der Purkinje'schen Lehre noch mehr Sicherheit. Diese kleine Arbeit Weber's ist noch dadurch besonders bemerkenswerth, dafs in ihr darauf hingewiesen wird, dafs mit den nicht zu den Zwecken des Sehens veränderten Stellungen der Augenaxen aufser den veränderlichen Pupillenweiten auch noch die im Innern des Auges stattfindenden, der Accommodation zu Grunde liegenden, allerdings damals noch nicht bekannten Bewegungen sich verknüpfen. Weber erschlofs dies aus der Beobachtung, dafs, wenn bei beharrlich stark convergent gestellten Augenaxen fernere Gegenstände undeutlich bis doppelt erscheinen, nahe gebrachte kleine Gegenstände deutlich gesehen werden. Dann bewies ferner Joh. Müller [2]),

---

[1]) Additamenta ad E. H. Weberi tractatum de motu iridis ad Memoriam anniversariam perillustris domini Rud. Ferd. liberi Baronis de Sylverstein et Pilnickau d. m. oct. 1823. p. 7. Diese Zusätze finden sich in den Programmata collecta nicht abgedruckt.

[2]) Joh. Müller. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes 1826; später auch in seinem Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. 1838. S. 330, 334.

wie die drei Bewegungen, nämlich der Axen, der Pupille und der Accommodation gegenseitig von einander abhängen. Für den die Verfolgung der Geschichte der Physiologie liebenden Physiologen hat diese Arbeit deshalb noch besondern Reiz, weil Müller in ihr den Versuch macht, den Gründen dieser Abhängigkeit nachzugehen. Ich will indeſs diesen Punkt hier nicht weiter verfolgen. Auch Volkmann[1]) hat sich mit diesen Dingen beschäftigt. Die Abhängigkeit der Pupillenweite und des Accommodationszustandes von der Stellung der Augenaxen zugebend, betonte er besonders, daſs eine Umkehr dieser Abhängigkeit in der Weise nicht bestehe, daſs eine jede veränderte Pupillenweite nun auch eine Veränderung der Accommodation unzertrennlich mit sich führe. Ferner wurden einzelne Beobachtungen bekannt, welche zeigten, daſs man es durch Uebung dahin bringen könne, bei unveränderter Stellung der Augenaxen den Accommodationszustand mit entsprechender Pupillarbewegung zu verändern[2]). Ueberblickt man die Versuche dieses Gebietes von Scheiner an, bis etwa zum Jahre 1840 hin, so war durch dieselben, abgesehen von der Veränderlichkeit der Pupillengröſse von der Dichte des einfallenden Lichtes, dargethan worden : a) daſs beim Sehen mit einem Auge die Pupillengröſse sich mit der Accommodation allein, ohne dabei stattfindende Augenbewegungen, in der Weise verändert, daſs bei der Adaption auf nahe Gegenstände dieselbe verkleinert, bei einer solchen auf ferne vergröſsert wird; b) daſs beim Sehen mit zwei Augen eine jede absichtlich veränderte Stellung der Augenaxen, auch wenn sie nicht zu den Zwecken des

---

[1]) A. W. Volkmann. Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtsinnes. 1836. S. 156 ff.

[2]) Zuerst durch Travers : Synopsis of the diseases of the eye London, 1820, dann durch Plateau : L'institut. 1835. p. 103. Joh. Müller. Jahresbericht der Physiologie für 1836. S. CL. U. Palmedo. De iride. Diss. inaug. Berol. 1837. p. 93.

deutlichen Sehens unternommen wird, eine solche Veränderung in der Pupillengröfse mit sich führe, dafs je gröfser der Convergenzwinkel der Sehaxen ist, desto kleiner die Pupille wird; c) dafs sich gewöhnlich gleichzeitig damit auch die inneren Veränderungen der Accommodation verknüpfen; d) dafs man es durch Uebung dahin bringen kann, bei unveränderter Stellung der Augenaxen und der gleichen einfallenden Lichtmenge Accommodations- und damit verknüpfte Pupillenveränderungen hervorzurufen.

Man konnte nun noch die Frage aufwerfen, ob die Veränderungen der Pupille, wie wir sie bei dem gewöhnlichen Sehen mit zwei Augen in verschiedene Entfernungen beobachten, allein oder vorzugsweise sich mit der Adaption auf die veränderlichen Strahlenrichtungen oder mit der Convergenz der Sehaxen verknüpfen. Diese suchte E. H. Weber im Jahre 1851 durch eigene Experimente zu entscheiden [1]). Zu diesem Zwecke sah er bald durch convexe, bald durch concave Gläser und liefs dabei seine Pupille beobachten. Die verschiedenen Richtungen, welche dabei die Lichtstrahlen erhielten, hatten nach seiner Angabe so lange keinen Einflufs auf die Bewegungen der Pupille, als dabei die Augenaxen keine Bewegungen erfuhren. Dagegen wiederholte er, dafs mit jeder veränderten Stellung der Augenaxen sich die Pupillenveränderung und Accommodationsbewegung einstellt. Cramer [2]) und Donders mit de Ruiter wiederholten diese Experimente, kamen aber dabei zu dem Schlusse, dafs eine Accommodationsanspannung ohne Aenderung der Sehaxen Verengerung der Pupille bewirkt. Dies ist in Uebereinstimmung sowohl mit dem alten Versuche Scheiner's, als auch mit den vorher erwähnten Angaben einzelner Forscher, denen sich auch noch eine ent-

[1]) l. c. p. 90.

[2]) Cramer. Het accommodatie vermogen der oogen. 1853. p. 115.

sprechende von Donders zugesellt, dafs, wenn man lernt bei unveränderter Augenstellung für verschiedene Fernen zu accommodiren, ebensowohl die entsprechenden Pupillarveränderungen beobachtet werden. Andere, wichtige Thatsachen, welche die Accommodation einerseits und die Stellung der Augenaxen andererseits als zwei besondere Momente für die Pupillenweite darthun, und welche zugleich beweisen, dafs, obschon beide beim gewöhnlichen Sehen mit zwei Augen sich zugleich geltend machen, doch dieselben innerhalb gewisser Grenzen von einander gelöst werden können, sind noch hinzu gekommen. Dahin gehören : a. Die zuerst von Purkinje versuchte Beweisführung des Satzes, dafs bei unveränderter Accommodation durch Aenderung in der Stellung der Augenaxen Veränderung der Pupillenweite erzielt wird, ist durch das von Donders angegebene Verfahren, sich prismatischer Gläser zu bedienen, um dadurch bei unveränderter Accommodation die Stellung der Augenaxen zu verändern, sehr wesentlich gesichert und erleichtert worden [1]). b. Bei Myopen findet schon bei Annäherung der Objecte jenseits des Fernepunktes, noch ehe wirkliche, objectiv erkennbare Accommodation eintritt, Verengerung der Pupille statt [2]). c. Es ist auch ein Fall bekannt geworden, in welchem ein Individuum durch Uebung es dahin gebracht hat, sich das Vermögen zu erwerben, einmal bei unveränderter Convergenz die Accommodation, das andere Mal bei unveränderter Accommodation die Convergenz zu ändern. Auch hier erfolgte beide Male den von einander abgelösten Bewegungsformen entsprechende Pupillarbewegung [3]).

---

[1]) F. C. Donders. Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges. Deutsche Ausgabe von O. Becker. 1866. S. 484.

[2]) E. Adamück und M. Woinow. Ueber die Pupillen-Veränderung bei der Accommodation. Arlt etc. Archiv für Ophth. 1871. Jahrg. 17. 1. Abth. S. 163.

[3]) L. Conte. Adjustements of the eye. Americ. Journ. of scienc. and arts. Ser. II. Vol. 47. p. 68.

VII. Ueber die sogenannte Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen.

Es scheint, als ob Fabricius ab Aquapendente der erste gewesen ist, welcher überhaupt von einer *freiwilligen* Bewegung der Pupille gesprochen hat. Wir finden nämlich bei ihm, dafs er die Bewegungen der Katzenpupille für eine willkürliche zu halten geneigt war, und zwar auf die Beobachtung hin, dafs er an jener während der Eröffnung beider, also mit gleichem Lichte versehener, Augen in sehr kurzen Zeitintervallen Verengerungen und Erweiterungen auftreten sah. Da er aber keinen Muskel fand, dem er diese Bewegungen hätte zuschreiben können, so behagte ihm diese Vorstellung nicht, und er betrachtete jede lieber als eine aus andern, inneren Ursachen hervorgehende [1]). Man findet dann ferner bei v. Haller [2]) in dieser Beziehung Boyle citirt. Ich habe zur Zeit, wo ich dies niederschreibe, den letzteren Autor nicht zur Hand, um die bezügliche Stelle nachzusehen, möchte aber fast vermuthen, dafs es sich um die von Porterfield [3]) erwähnte und dann in mehrere Schriften [4]) übergegangene Erzählung handelt, nach welcher ein, längere Zeit in einen dunklen Raum eingesperrtes Individuum nach einiger Zeit anfing, in demselben zu sehen. Ist dem so, dann mufs ich dazu bemerken, dafs nicht leicht einzusehen ist, wie diese Erfahrung für eine willkürliche Bewegung der. Pupille sprechen soll; sie wird wohl eher in diejenige Kategorie von Erscheinungen zu verweisen sein, welche Aubert [5]) als Adaption der Netzhaut beschrieben hat. Ferner wird bisweilen Cartesius als Vertheidiger der Ansicht, die Pupillarbewegung sei willkürlich,

---

[1]) S. o. S. 119.

[2]) Haller. Element. physiolog. T. V. lib. XVI. p. 377.

[3]) Porterfield. Treatise etc. Vol. II. p. 83.

[4]) Z. B. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. S. 160.

[5]) Aubert. Physiologie der Netzhaut S. 25, und im Handbuch d. ges. Augenheilkunde von v. Gräfe und Sämisch, Bd. II. S. 483.

angeführt. Bekannt ist, dafs schon Riolan jenen wegen dieses Punktes zurecht zu weisen suchte. Indefs kann ich mich nicht überzeugen, dafs jener begründete Veranlassung zu der ihm unterstellten Meinung und zu diesem Tadel gegeben hat. Die Stelle, in welcher Cartesius seine Ansicht am schärfsten über diesen Gegenstand ausdrückt, lautet [1]) : „Si on veut disposer ses yeux à regarder un objet fort éloigné, cette volonté fait que leur prunelle s'élargit; et si on les veut disposer à regarder un objet fort proche, cette volonté fait, qu'elle s'étrecit : mais si on pense seulement à élargir la prunelle, on a beau en avoir la volonté, on ne l'élargit point pour cela, d'autant que la nature n'a pas joint le mouvement de la glande (er meint damit bekanntlich die Zirbeldrüse) qui sert à pousser les esprits vers le nerf optique en la façon qui est réquise pour élargir ou étrecir la prunelle, avec la volonté de l'élargir ou étrecir, mais bien avec celle de regarder des objets éloignés ou proches.“ Abgesehen von seiner Vorstellung über die Function der Zirbeldrüse und des Sehnerven bei diesen Erscheinungen, sind diese Aeufserungen nur Ausdruck von nicht zu bezweifelnden Thatsachen, in welche man keine Vorstellungen legen mufs, die sich nicht darin ausgedrückt finden. Dieselbe Thatsache, nämlich die verschiedene Pupillenweite beim Sehen in verschiedene Fernen, gab dann Whytt Veranlassung, etwas bestimmter von einer Willkürlichkeit der Pupillarbewegung zu sprechen. Einen sehr wesentlichen Unterschied kann ich zwischen den Anschauungen von Cartesius und Whytt nicht finden. Der letztere [2]) hält sich gleich dem ersteren auch nur und ausschliefslich an die erwähnte Beobachtung und ist der Meinung, dafs das Streben, nahe Gegenstände deut-

---

[1]) Oeuvres de Descartes, publiées par Victor Cousin. T. IV. 74. 1824. Die Abhandlung Descartes' : „Les passions de l'ame“ erschien zuerst 1649 und 1650. Cfr. Bd. IX d. Beitr. S. 35.

[2]) R. Whytt. l. c. p. 73.

lich zu sehen, die Seele zu einer willkürlichen Verengerung der Pupille veranlasse. Cartesius drückt die Sache unverfänglicher aus, indem er mit dem Wollen des Deutlichsehens von Gegenständen verschiedener Entfernung sich die Bewegungen der Pupille in unerklärter Weise verbinden läſst. Wegen Mangels näherer Erläuterungen bei Whytt ist nicht tiefer in die Vorstellungen hineinzuschauen, welche er sich über diese Vorgänge gebildet hatte. Die Lehre von der Willkürlichkeit der Pupillarbewegung schien dann eine neue Stütze bekommen zu wollen durch die Beobachtung von A. Monro, daſs man bei Papageien sehen könne, wie sich beim Einfallen derselben Lichtmenge in deren Augen, die Pupillen derselben abwechselnd zusammenzögen und erweiterten. Porterfield [1]), welcher diese Wahrnehmung von Monro [2]) noch vor der Veröffentlichung durch diesen erfuhr, benutzte dieselbe in Verbindung mit der Beobachtung an der Katzenpupille, die jedoch nicht zuerst von ihm, sondern dem Fabricius gemacht worden ist, sowie derjenigen, die soeben bei Whytt erwähnt wurde, die Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen besonders zu vertheidigen, so daſs er gewöhnlich als Urheber dieser Lehre angeführt wird. Da zu seiner Zeit die Existenz des sphincter iridis sich in der Anatomie bereits ein gewisses Bürgerrecht erworben hatte, so fiel für ihn das Bedenken mit dem Gewicht weg, welches einst Fabricius veranlaſst hatte, von jener Lehre abzustehen. Porterfield faſst jedoch den Einfluſs der Seele auf die Pupillarbewegung folgendermaſsen auf. Da er weiſs, daſs sich die Pupille nicht allein beim Einfallen von

[1]) Porterfield. Treatise etc. Vol. II. 1759. p. 133. 151.

[2]) A. Monro hat diese Beobachtung erst in seinen Observations on the structure and functions of the nervous system. Edinbg. 1783. p. 96 bekannt gemacht. Daselbst lautet sie jedoch: „In one species of bird, the parrot, I long ago remarked, that the pupil was affected by the *passions* of the mind of the animal, independent of the light upon the eye."

Licht in das Auge verengt, sondern auch dann, wenn wir undeutlich gesehene Gegenstände deutlich sehen wollen, so macht er bei der Verengerung der Pupille in beiden Fällen die Seele in der Weise verantwortlich, daſs er sagt, in ihnen entstehe eine unangenehme, uneasy, Empfindung, welche die Seele durch Verengerung der Pupille zu entfernen suche; diese ist also stets nur die Folge jener Empfindung, so daſs zu schlieſsen, er nehme keine Verengerung an, die spontan, ohne jene vorausgegangene Empfindung, etwa zu denken wäre. Meiner Meinung nach besteht auch zwischen Porterfield und Whytt keine wesentlich verschiedene Auffassung der Ursache der Pupillenbewegung.

Die Beobachtung Monro's an der Pupille des Papageien ist später durch ähnliche Beobachtungen an anderen Vögeln erweitert worden. Zugleich wurden dabei noch einige andere Wahrnehmungen gemacht, welche an der Pupille des Menschen und der Säugethiere nicht gesehen worden waren, und die gleichfalls dazu einluden, die fragliche Bewegung bei jener Thierklasse als dem Willen unterstellt zu betrachten. Blumenbach [1]) sah jene Bewegungen an der Ente. Kieser [2]) beobachtete sie bei mehren Vögeln und nahm zugleich wahr, daſs beim Schlieſsen der Augenlider sonderbarer Weise die Pupille enger [3]), beim Oeffnen derselben weiter wurde, welche Erscheinung auch noch bestehen blieb, nachdem die Lider abgeschnitten worden waren. Abgesehen von kurzen Angaben, welche über die Bewegungen der Vogelpupille von noch einigen anderen Naturforschern gemacht worden sind, hat sich E. H. Weber [4])

---

[1]) Blumenbach. De oculis leucaethiopum. p. 24.

[2]) Kieser. Ueber die Metamorphose des Thierauges. Himly und Schmidt. Ophthalmologische Bibliothek. Bd. II. 3. Stück. S. 73, 100. 1803.

[3]) Es hat geschienen, als ob beim Menschen eine ähnliche Erscheinung vorkäme. V. Gräfe machte eine hierher gehörige Angabe, deren Richtigkeit jedoch Leeser, die Pupillarbewegung. 1881. S. 28, beanstandet.

[4]) E. H. Weber. l. c. p. 65, 105.

ausführlicher mit denselben beschäftigt, wobei er, theils Beobachtungen seiner Vorgänger bestätigend und modificirend, theils neue Beobachtungen machend, die folgenden Momente hervorhebt, welche als für die Willkürlichkeit der Pupillarbewegung bei den Vögeln sprechend geltend gemacht werden könnten. a) Es ereignet sich, daſs (bei Strix passerina), obschon bei einem plötzlichen Lichteinfall die Pupille sich rasch und stark zusammenzieht, bei allmählicher Annäherung einer Lichtquelle jene weit bleibt, und dabei kleine Erzitterungen zeigt, gleichsam als ob der Wille des Thieres das Zustandekommen der Verengerung auf Licht verhindere. Diese Beobachtung und Reflexion scheint von Weber selbst herzurühren. b) Er erinnert an die alte Beobachtung, wie manchmal die Vogelpupille, ähnlich der der Katze, bei unverändertem Licht aus unbekannten Ursachen sich verengere und erweitere, eine Beobachtung, für welche er noch specielle Bestätigungen giebt. c) Er hebt hervor, wie bei manchen Vögeln, mit dem Schluſs der Lider, wobei man Erweiterung erwarten sollte, Verengerung eintritt und umgekehrt. Die vor ihm von Kieser gemachte, dann von Tiedemann bestätigte Beobachtung wiederholte er in der Weise, daſs er bei Strix passerina die Augenlider zurückhält und die Pupillenbewegung durch die bei diesem Vogel durchsichtige palpebra tertia theilweise beobachtet. Er merkt dabei an, daſs nach Tiedemann die Nerven der palpebra tertia von demselben Nerven, dem Oculomotorius, wie die der Pupille kommen [1]); auch entgeht ihm nicht, daſs eine gewisse, wenn auch äuſserliche Aehnlichkeit dieser Erscheinungen mit der Verengerung der Pupille während der geschlossenen Augen im Schlafe besteht. Ob Weber diese Momente für ausreichend gehalten hat, für die erwähnten Thiere eine Willkür der Pupillarbewegungen anzunehmen?

---

[1]) Vergl. jedoch oben S. 150.

Neben dieser Art von Beobachtungen an Thieren sind noch andere an solchen, sowie auch mehrere am Menschen gemachte aufser den vorher bei Whytt und Porterfield erwähnten, zur Kenntnifs gekommen, welche zur Vertheidigung der Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen geltend gemacht worden sind.

Fontana [1]) führte das Sichsträuben von Thieren und Menschen unter Engerwerden der Pupille bei sehr starker Beleuchtung, ferner die plötzliche Erweiterung der beleuchteten Pupille bei erschreckenden Geräuschen, endlich die Unbeweglichkeit der Pupille in Ohnmachten, Ekstasen, nach grofsen Gaben von Opium, weil hier keine Willensäufserungen mehr statt haben, als Gründe für die Willkürlichkeit der Pupillarbewegung an. Befremdend ist bei seinen Auseinandersetzungen, dafs, indem er auch die Verengerung der Pupille beim Sehen in die Nähe für seine Meinung anführt, er die Sache so darstellt, dafs der Unkundige glauben mufs, diese Beobachtung rühre von ihm selbst her, obschon, wie vorher dargestellt, dieselbe längst bekannt und in seinem Sinn bereits besprochen worden war [2]). Dafs nach Fontana andere Forscher von denselben Gründen, wie dieser, Gebrauch gemacht haben, die Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen zu vertheidigen, halte ich nicht für nothwendig, im Einzelnen weiter zu verfolgen, weil dabei kein wesentlich neuer Gedanke

---

[1]) F. Fontana. Dei moti dell' iride. Lucca. 1765. p. 36 ff.

[2]) Es ist vollkommen unbegreiflich, dafs ein so unterrichteter Mann, wie Fontana, weder den Scheiner'schen Versuch, noch des Cartesius Aeufserungen über die Verengerung der Pupille beim Sehen in die Nähe, noch Whytt's und Porterfield's Besprechungen desselben Gegenstandes sollte gekannt haben, und dennoch mufs man es glauben, wenn er p. 39 sagt: „Ma bisogna *trovare* qualche altro caso di moti volontarj, che non fosse spavento, per provare più sicuramente questa dottrina, a giusto *con mio gran piacere* l'osservai negli occhj proprj alla spera. Ogni volta che io accostava un ago, o qualunque altro oggetto minuto, la pupilla si ristrigneva, e sempre più quanto era più da vicino“.

zu verzeichnen ist, und nur die eine oder andere der bekannten Wahrnehmungen zu bestätigen, oder in einer etwas anderen Form gemacht, anzuführen wäre [1]).

Den überzeugendsten Beweis für die Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen schienen die Beobachtungen bilden zu wollen, die sich auf die Fähigkeit einzelner Personen beziehen, ihre Pupille bei sich gleichbleibender Beleuchtung nach Willkür enger und weiter zu machen. Die älteste in dieser Richtung bekannt gewordene Beobachtung ist die, welche Roose [2]) an einem seiner Freunde machte. Ihr schliefst sich der Zeit nach die von Fontana [3]) an, welcher von sich erzählt, dafs er die Pupille nach Willkür bewegen könne. Einzelheiten darüber, wie er dabei verfahre, finden sich bei ihm nicht vor. Da damals die Abhängigkeit der Pupillarbewegung von der Convergenz der Augenaxen noch nicht betont worden war, wenn sie auch in den oben erwähnten Angaben Porterfield's über die verschiedene Stellung der Augenaxen beim Sehen in verschiedene Fernen implicite ausgesprochen lag, so konnte in der That Fontana glauben, dafs er das experimentum crucis für seine früher bereits so warm vertheidigte Lehre von der Willkürlichkeit der Pupillarbewegung, gefunden habe. Hieran reiht sich die oben S. 204 erwähnte Beobachtung Purkinje's und die ihr folgenden von Weber etc.,

---

[1]) Vergl. Toracca. Giornale di medicina. Vol. IV. p. 321. Adams. An essay on vision etc. Lond. 1792. Deutsch von Fr. Kries. 1794. Dömling. Ueber die Ursache der Bewegung der Regenbogenhaut. J. C. Reil's Archiv f. d. Physiologie. Bd. V. Heft 3. 1802. S. 335. C. J. C. Grappengiefser. Einige Resultate etc. Ascläpieion. Jahrg. I. Nr. 83, 84. Auf die beiden ersten Arbeiten ist meine Bemerkung im Text nicht auszudehnen, da ich jene im Original nicht gelesen habe.

[2]) Roose. Grundzüge der Lebenskraft. 1797. S. 71.

[3]) Des Ritter Felix Fontana letzte Arbeiten in zwei Schreiben an Scarpa. Harles und Ritter. Neues Journal der ausländischen medicinisch-chirurgischen Literatur. Bd. V. Stück 2. S. 41. 1806.

dafs man durch eine willkürliche Veränderung der Stellung der Augenaxen allein, Veränderungen der Pupillenweite hervorrufen könne. Diesen folgt die oben S. 207 angeführte Reihe von Beobachtungen, denen zufolge bei gleicher Beleuchtung und unveränderter Augenstellung durch reine Accommodationsveränderungen verschiedene Pupillenweiten erzeugt werden können. Zu beschliefsen ist diese Art von Beobachtungsmaterial durch die Angaben, dafs es Individuen gebe, welche durch blofse *Vorstellungen* heller oder dunkler Räume allein, ihre Pupillen bewegen könnten [1]). Diesen letzteren fehlt jedoch der Nachweis, dafs dabei keine Augen- und keine Accommodationsbewegungen statt gefunden haben, was hätte untersucht werden können, da zur Zeit des Bekanntwerdens jener Beobachtungen bereits der Einflufs der beiden erwähnten Umstände auf die Pupillarbewegungen zu einem guten Theil erforscht war. Es erübrigt noch, anzugeben, welche Folgerungen aus diesen Beobachtungen bezüglich der Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen gezogen worden sind. Darzustellen, wie sich die *einzelnen* Forscher in dieser Beziehung jenen gegenüber gestellt haben, kann füglich übergangen werden, da dies in deren Arbeiten nachgesehen werden kann. Es genügt, anzugeben, dafs ein Theil der Beobachter die Pupillarbewegung auffafst als unabänderlich unwillkürlich *associirt* mit der Augen- und Accommodationsbewegung und den Ausdruck Willkürlichkeit für jene vermeidet, ein anderer diesen Ausdruck zuläfst. Jene würden in Verlegenheit sein, wenn die letzten der vorher zusammengestellten Beobachtungen von dem ihnen gemachten Einwand gereinigt wären, was zur Zeit noch nicht geschehen. Diese sprechen zwar von einer Willkürlichkeit der Pupillarbewegungen, jedoch in einer Weise, dafs kein so scharfer Gegensatz gegenüber der anderen Meinung auftritt, als das nicht erläuterte Wort „Willkür" vermuthen läfst. Der

[1]) J. Budge. Ueber die Bewegung der Iris. 1855. S. 163.

gegenwärtige Hauptvertreter dieser Ansicht, Donders, drückt seine Meinung folgendermafsen aus. Zwar ziehen wir unsere Pupille zusammen, ohne uns der Contraction von Muskelfasern bewufst zu werden; dies gilt jedoch von jeder anderen willkürlichen Bewegung auch. Wenn Jemand den Ton seiner Stimme steigert, so ist er sich nicht bewufst, dafs er seine Stimmbänder durch Muskelcontraction mehr anspannt; er erreicht seinen Zweck, ohne sich der Mittel, durch welche er es thut, bewufst zu werden [1]). Dasselbe ist auf die Accommodation für die Nähe und auf die sie begleitende Contraction der Pupille anwendbar. Der Umstand, dafs die letztere blos eine associirte Bewegung ist, raubt ihr nicht den Charakter der Willkürlichkeit; denn es gibt kaum einen einzigen Muskel, welcher sich ganz für sich allein zusammenziehen kann. — Indefs ist doch zu bemerken, dafs viele der associirten, willkürlichen Bewegungen durch Uebung von einander lösbar sind, während mir kein sicheres Beispiel bekannt ist, dafs bisher es Jemand gelernt hätte, die Zusammenziehung der Pupille allein, ohne eine Bewegung der Augen oder des Accommodationsapparates auszuführen. Auch möchte noch auf folgenden Punkt aufmerksam zu machen sein. Bei allen willkürlichen Bewegungen hat man Kenntnifs von dem Erfolg der intendirten Bewegung, mag jene auch noch so unvollkommen sein; wir vergleichen ihn mit dem, was wir wollten und änderen unser Verfahren, wenn jener unseren Intentionen nicht entspricht. Aber wenn wir ein Auge beleuchten und die Pupille des anderen sich zusammenzieht, so wissen wir gar nicht, dafs überhaupt Etwas vor sich geht. Ebenso ist es, wenn wir ohne für die Zwecke des

[1]) Dieses vergleichsweisen Beispiels hat sich schon E. H. Weber S. 107 seiner 2. Abh. über die Pupille in den Annotationes bedient.

Sehens unsere Augenaxen mit unbewuſst einhergehender Pupillarbewegung verstellen.

Diese Geschichte schlieſst im Allgemeinen mit dem Jahre 1883 ab.



Autorenregister

zu den

Beiträgen zur Geschichte der Experimentalphysiologie des Nervensystems.

